



**CUADERNOS
del Instituto
Latinoamericano
de Planificación
Económica
y Social**

SERIE II / ANTICIPOS DE INVESTIGACION



CUADERNOS DEL INSTITUTO LATINOAMERICANO
DE PLANIFICACION ECONOMICA Y SOCIAL

Serie II Número 20

Anticipos de Investigación

Juan Ayza

**TRES ENSAYOS SOBRE
CIENCIA, TECNOLOGIA
Y DESARROLLO**

8166

Santiago de Chile
1974

Primera edición: enero de 1974

Se prohíbe la reproducción sin previa autorización escrita del ILPES

Texto: Unidad de Composición CEPAL/ILPES
Gráficos: Unidad de Dibujo CEPAL/ILPES
Impresión: Unidad de Reproducción CEPAL/ILPES

73-9-1917 – Offset

INDICE

	Página
La actividad científica: ¿creación o imitación?	1
Aspectos económicos de la ciencia	12
1. La magnitud del esfuerzo científico	12
2. Naturaleza de la investigación científica	16
3. Los propósitos de la investigación científica	22
4. Ventajas que cabe esperar de la investigación científica	31
La política científico-tecnológica	36
1. Vinculación del sistema científico y tecnológico con las metas socioeconómicas del país	41
2. Orientaciones de la política científica	44
3. Organización institucional. Papel de los sectores público y privado	50

LA ACTIVIDAD CIENTIFICA: ¿CREACION O IMITACION?

En numerosas teorías económicas, y especialmente en las tradicionales, se suele asignar a la tecnología un papel demasiado restringido y pasivo. Se la considera como una mera expresión de técnicas productivas, y éstas, a su vez, son entendidas, en forma simplificada, como maneras de combinar los factores de producción con los insumos. Tal concepción se desentiende por entero de la evolución de esas técnicas, de la transformación que se opera constantemente en los modos de producir, así como del hecho de que tal evolución responde por lo general a motivaciones de índole económica. En efecto, los problemas, necesidades y estrategias que surgen del campo económico influyen grandemente en la orientación de la investigación tecnológica, por lo que ésta no se debe tomar como un dato exógeno al estudiar los problemas del desarrollo. De ahí que constituya un error no reconocer a la actividad científica y tecnológica la importancia que tiene dentro de la economía.

Es evidente que la tecnología presenta en los países en desarrollo características muy diferentes de las que tiene en un país desarrollado. La diferencia se percibe en la magnitud, en los efectos económicos, en el papel políticosocial y en la composición de la tecnología.

A lo largo de la historia, las grandes transformaciones científicas y tecnológicas se produjeron paralelamente a transformaciones no menos importantes en la organización social y el sistema económico. Los historiadores de la economía muestran con claridad cómo la tecnología y la ciencia fueron dejando su sello peculiar en cada siglo. En cambio, la tendencia reciente de tratar la tecnología a través de modelos económicos sumamente simplificados y burdos no permite entender muchos de sus aspectos fundamentales ni obtener conclusiones acerca de cómo enfocarlos.

En los países desarrollados, la actividad científica ha crecido con una rapidez mucho mayor que la de su producto, y se ha adquirido conciencia de su papel económico y social. La política científica se comenzó a discutir en los años 20, cuando ya existía una ciencia pujante, y desde entonces los países fueron adoptando políticas más deliberadas en esta materia. Sin embargo, la mayoría de las economías avanzadas dieron este paso con decisión y claridad sobre todo después de la segunda guerra mundial. A partir de esa fecha, estos países contaron con sistemas institucionales cada vez más apropiados para diseñar y aplicar la política científica y tecnológica, y desde 1960 se fueron modificando varios aspectos fundamentales de estos sistemas con objeto de hacerlos más eficaces.

Este enfoque de la política científica y tecnológica en los países desarrollados revela la tendencia a adoptar un punto de vista muy amplio acerca de la ubicación de estas políticas dentro de los problemas de la sociedad, superando así las visiones parciales. Se reconoce que la creación y aplicación de la tecnología constituye un proceso, y se subraya la necesidad de concebir estas actividades en un solo sistema integrado. La ciencia¹ se entrelaza con los valores de la sociedad y forma parte de ellos. Dedijer, uno de los autores que más se han ocupado del tema, se refiere incluso a la “ideología” de la investigación científica. Ello indica que los cambios en los valores de la sociedad y en los grandes objetivos de la misma están estrechamente ligados a la evolución científica y tecnológica. Es indudable, por ejemplo, que los avances en la investigación espacial o en la medicina modifican en mayor o menor medida dichos valores. Se puede decir, en suma, que la actividad científica y tecnológica es un fenómeno cultural, social, político y económico.

El carácter cultural deriva de la temática que abarca esa actividad, de su transmisibilidad de generación en generación, de su vinculación con los valores sociales, de su contribución

¹ La palabra “ciencia” se utiliza aquí en el sentido de sistema científico y tecnológico integrado.

al proceso de cambios y de la medida en que representa un conocimiento y un dominio crecientes sobre las fuerzas de la naturaleza.

Al estudiar la asimilación de la tecnología por los países en desarrollo, no debe olvidarse que uno de los atributos fundamentales de la creación científica y tecnológica es su contenido crítico. La capacidad crítica constituye uno de los elementos más valiosos de la historia científica, y su empleo permite a la ciencia renacer de sí misma. La crítica pone a prueba las ideas existentes y desecha las que considera caducas, dando lugar a nuevos avances. En el caso de los países en desarrollo, los patrones culturales vigentes obstaculizan la formación del espíritu crítico, lo cual a su vez dificulta el cambio de dichos patrones. Por otra parte, la falta de espíritu crítico hace que a menudo sea trasplantado indiscriminadamente el progreso científico logrado en países desarrollados, sin discutir si las orientaciones de ese progreso y las circunstancias a que responde se adaptan o no a las aspiraciones y necesidades de los países no desarrollados.

La ciencia constituye un sistema integrado por varios componentes, ninguno de los cuales la representa por sí solo. La ciencia no es tan sólo investigación, ni proceso de producción, ni diseño de la fábrica; no es una patente o una máquina. Tampoco se reduce al conjunto de los bienes materiales o culturales, puesto que comprende además valores y metas sociales. De ahí que haya dejado de ser un conocimiento indiferenciado transferible a través de libros, máquinas o licencias.

En la estructura del proceso científico se pueden distinguir los siguientes aspectos: *a)* una actividad creadora ejercida por los científicos y técnicos; *b)* un resultado, en el que se plasma o incorpora el fruto de la actividad, tal como un diseño, un concepto nuevo, la solución a algún problema productivo, o bien una máquina con innovaciones; *c)* un acervo de conocimientos científicos. Estos aspectos están estrechamente ligados entre sí, tanto técnicamente como en el plano social y valorativo.

No es de extrañar, pues, que el trasplante aislado de alguno de los componentes a un país en proceso de desarrollo

no haga fructificar la ciencia local. A menudo se trasplanta el resultado de la actividad científica, pero no el acervo de conocimientos, y menos aun la actividad creadora en sí. A esto se debe, por ejemplo, que las máquinas trasladadas dejen rápidamente de ser modernas. Aun los conocimientos adquiridos por los técnicos en el exterior tienden a perder actualidad y valor por la falta de arraigo de un proceso creador científico que permita su ampliación y actualización permanentes. Al trasplantarla en forma parcial, la ciencia no se reproduce, sino que se somete a un proceso de desgaste viniendo a ser un objeto de consumo más que un elemento creador.

Las dificultades para incorporar la actividad científica no sólo afectan a los países en desarrollo. También los países desarrollados que no están a la vanguardia de la creación científica encuentran difícil responder a los desafíos económicos que plantea el avance científico. Claro está que en esos países generalmente se realiza al menos una adaptación creadora de los últimos conocimientos y en ciertos casos se logra estar en la avanzada, mientras que en los países en desarrollo la actividad de adaptación creadora es sumamente precaria. Estos hechos revisten gran importancia, pues el desarrollo de la industria moderna está estrechamente ligado con el de la actividad científica y técnica. La posición de cada país en el comercio internacional, a su vez, depende directamente de sus posibilidades de desarrollo industrial.

No sin inquietud se observa en los países desarrollados que la actividad científica debe someterse a exigencias políticas imprevistas, a menudo de carácter bélico. Esto contrasta con el hecho de que en estos países subsisten graves problemas sociales, y también con que la actividad científica, por su propia naturaleza, parece ser sinónimo de racionalidad, por lo que debiera orientarse hacia fines más permanentes.

En los Estados Unidos se ha frenado recientemente el ritmo de crecimiento de los gastos en investigación científica, sobre todo académica, que habían aumentado con mayor rapidez que otros. Esto responde en parte a un reexamen al que no han sido ajenas las críticas formuladas con respecto a las finalidades que persiguen las actividades científicas.

Aunque es innegable que en cierta medida la actividad científica vinculada a fines económicos ha atendido y atiende aún al aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en cada país de acuerdo con sus características específicas, debe observarse que esta actividad tiende cada vez más a superar las limitaciones de los recursos naturales y a permitir el desarrollo industrial independientemente de la abundancia o escasez de estos recursos.

Tanto el caso histórico de los Estados Unidos como el del Japón ilustran, de distinta manera, el contraste entre naturaleza y creación cultural. En el primero y a partir de una gran riqueza de recursos, se realiza desde la independencia un esfuerzo dirigido a la creación técnica. Con el transcurso del tiempo algunos de los recursos naturales fueron escaseando, problema que la técnica ha procurado resolver. Así, por ejemplo, la amenaza de escasez de combustibles se ha intentado superar en dos formas: buscando recursos similares fuera de los Estados Unidos y encontrando nuevas fuentes de energía, como es el caso del uranio, que antiguamente se usaba para colorear vidrios y en la actualidad se ha convertido en un recurso energético fundamental. En el caso del Japón, la creatividad científica permite vencer la limitación de recursos. La exportación japonesa de arrabio y productos de acero a los Estados Unidos, pese a los insuficientes recursos ferríferos, constituye un caso muy ilustrativo. El desarrollo y predominio de la industria petroquímica en países que no cuentan con recursos petroleros notables constituye otro ejemplo de ese empeño. Debe concluirse, pues, que los recursos naturales no representan ya un factor condicionante fundamental del desarrollo, como revelan, además de los casos citados, los ejemplos de Holanda, Israel y Suiza.

En los países subdesarrollados suele afirmarse la imperativa necesidad de atenerse a la constelación de recursos disponibles y desarrollar técnicas adecuadas y nuevas para los recursos peculiares. Aunque es innegable la sensatez de esta afirmación, no puede aceptarse que este enfoque de la política científica y tecnológica se convierta en criterio predominante, hasta la exclusión práctica de otros enfoques. En efecto, aceptarla, contradiciendo los ejemplos arriba

citados, limitaría indebidamente la concepción de estas políticas y condenaría a muchos países a una situación de dependencia permanente. La experiencia histórica del desarrollo científico y tecnológico muestra que la ciencia no se ha conformado con aceptar pasivamente el predominio del medio natural, sino que siempre tiende a explorarlo, dominarlo y superarlo.

Los bienes de la tecnología no son valiosos por su condición natural, sino en la medida en que satisfacen requisitos o especificaciones técnicas para usos previamente concebidos. Los materiales son susceptibles de mejora o de creación. El cobre, por ejemplo, no interesa como tal, sino por su conductibilidad eléctrica, su peso específico o su costo, según los usos a que se destine. Algo similar puede decirse del cobre para aleaciones. A fin de satisfacer las especificaciones se han diseñado, pues, las tecnologías que transforman los productos naturales hasta obtener el resultado deseado.

En contraste con el mundo cultural y el sistema integrado en el que florece la actividad científica en los países desarrollados, en los subdesarrollados esta actividad se realiza en un marco y en formas completamente diferentes, por lo que también son distintos los resultados. Según se dijo, la tecnología aparece en ellos sobre todo en forma de productos terminados. No se han desarrollado debidamente todos los eslabones de la creación y aplicación científica a que se hizo referencia más arriba. No es éste el único caso en que los países en proceso de desarrollo toman de otros países más avanzados los resultados de una actividad creadora sin asimilar, a través de una actividad permanente, los procesos que dan lugar a esta creación. Se ha dicho que incluso las ideologías se absorben con rigidez, no como métodos de acción y a la vez de investigación de la realidad, sino como sistemas de valores cristalizados.

Esta manera de incorporar la ciencia en los países en desarrollo obedece a una actitud que favorece la asimilación meramente parcial y que influye en la educación científica y técnica, cuya finalidad se reduce en muchos casos a conocer el manejo del producto o al examen rutinario de problemas

de operación que deben ser resueltos *in situ*. No se plantea la recreación del producto, su superación. La creatividad se restringe a lo imprescindible. Solamente en el caso de actividades ligadas a recursos naturales abundantes y que, al mismo tiempo, constituyen partes fundamentales del sistema económico de los países en desarrollo, se han realizado investigaciones que dieron lugar a creaciones de alguna significación. El descubrimiento del tungsteno en México y el desarrollo de ciertas variedades de algodones de fibra larga en el Perú son ejemplos de esta naturaleza. En general, la actividad científica y técnica suele limitarse a funciones de adiestramiento más bien que de investigación.

Al analizar alternativas económicas, los planificadores y economistas basan su trabajo en un conjunto de técnicas constantes y exógenas. Enfocan el problema desde el punto de vista de quien intenta satisfacer determinadas metas socioeconómicas con una constelación dada de recursos. Las técnicas se toman tal como son. Pocos preguntan por el origen o el proceso de maduración de estas técnicas, desconociendo así la importancia que tienen estos datos con respecto al propio desarrollo o a la inversión extranjera.

También en las actividades de planificación aparece la técnica como un producto terminado, como un conjunto estático de datos. No se presta suficiente atención al hecho de que es posible adaptar la técnica a cada problema aún sin necesidad de realizar una recreación total. Ya se dijo antes que los países en desarrollo incorporan la tecnología a través de las importaciones, —es decir, de los productos terminados— y no como un proceso creador. Incorporan así los resultados objetivos, pero no la actividad tecnológica. La visión que en ellos se tiene del proceso científico y tecnológico y de su papel en el proceso del desarrollo viene a ser distorsionada, pues en cuanto fenómeno cultural, la ciencia no se puede implantar simplemente transfiriendo algunos de sus componentes o resultados.

En esta forma y al cabo de cierto tiempo, la industrialización basada en la sustitución de bienes tropieza con la limitación que le impone la necesidad de sustituir

conocimientos.² Además, la incorporación de conocimientos y del proceso necesario para crearlos requiere una valoración social adecuada de su necesidad, lo cual a su vez implica una serie de cambios en los valores vigentes en los países en vías de desarrollo.

Por vía de ejemplo puede notarse que en estos países se asigna a menudo a la actividad científica el papel unilateral y relativamente pasivo de contribuir a dar empleo a la mano de obra. Para ello se trata de elegir entre las técnicas disponibles en el mundo las que ofrezcan mayores oportunidades de ocupación. Sin embargo, si se reconociera como un objetivo importante del proceso de desarrollo el dar empleo productivo sin perder eficiencia, habría que incorporar no sólo los frutos de la actividad científica realizada en el exterior, sino el propio proceso científico creador, a fin de desarrollar técnicas apropiadas para el problema local que se necesite resolver. Por lo demás y sin querer negar su importancia, el problema del empleo no es el único motivo de la actividad científica, y es probable que tampoco sea el que requiere más recursos.

Otra simplificación extrema en que se cae en algunos países consiste en creer que sólo la más elevada productividad con las tecnologías más recientes y de aplicación masiva debe constituir la guía fundamental. Este enfoque se olvida de la realidad económica, y al igual que el anterior, representa una respuesta unilateral a problemas específicos, dictada por el apremio o la magnitud del caso, sin tener en cuenta el marco social y económico general en que se plantean esos problemas.

El alivio logrado mediante una solución parcial puede resultar un espejismo mirado a largo plazo si se considera el conjunto de problemas fundamentales a que hay que atender. Para una política sana de desarrollo, en cambio, el dar mayor ocupación y el incrementar la productividad deben

² Uno de los campos en que se advierte más claramente esta limitación y la necesidad de incorporar esos conocimientos en forma creadora es el de los bienes de capital.

combinarse de acuerdo con las circunstancias de cada país. Precisamente en los países que mayores esfuerzos han realizado en materia tecnológica, estos dos enfoques, lejos de excluirse entre sí, se complementan perfectamente. En algunos casos, junto a la tecnología más moderna en los sectores a los que se asigna algún papel de prioridad fundamental en la configuración del desarrollo del país con miras al futuro, coexisten otros sectores en los que se desea ante todo dar ocupación, por ejemplo usando técnicas que, sin ser anticuadas, tampoco son la última palabra en cuanto a avance, automatización e intensidad de capital. Más aún, en ciertas industrias se siguen utilizando equipos y técnicas que ofrecen amplia ocupación y que permiten aprovechar adicionalmente el equipo ya existente, mientras que en los sectores de punta se introducen las innovaciones técnicas más modernas.

Parece indudable, en suma, que la tecnología debe adaptarse en corto plazo a los recursos humanos y naturales disponibles, pero sin perder de vista la necesidad de que la política tecnológica tenga objetivos más ambiciosos que permitan a la larga incluir a la ciencia en una concepción más integral del desarrollo.

La modestia con que se plantean los objetivos de la tecnología quizá deriven de la opinión de que la distancia entre los países en desarrollo y los países desarrollados es tan grande que aquéllos difícilmente alcanzarán a estos últimos en materia de conocimientos y de producción. El concepto de innovación, sin embargo, es relativo. En vez de adoptar pasivamente, de copiar ideas y conocimientos provenientes del exterior, es posible realizar un esfuerzo inteligente de adaptación creadora, sabiendo que lo que no es sino corriente en economías avanzadas puede ser nuevo en las subdesarrolladas. Lo que en unas es un proyecto rutinario, puede implicar para otras un problema, un desafío científico que exige una comprensión profunda, una especie de recreación o asimilación creadora. Tal ha sido el caso, por ejemplo, del Japón y la Unión Soviética, economías de reciente desarrollo que pasaron paulatinamente de la etapa de adaptación a otras de logros técnicos más originales y ambiciosos.

Aunque los primeros objetivos sean modestos, la asimilación creadora permite recorrer de nuevo el camino que se ha seguido en la creación original, examinar los resultados con espíritu crítico y desarrollar el hábito y la predisposición para la innovación tecnológica. De este modo se puede tamizar, separar y recomponer los elementos ideológicos y los propiamente tecnológicos, reconocer su interacción y examinar su compatibilidad con los valores propios.

En contraste con esta situación deseable, en muchos países en desarrollo no sólo se importan los productos de la técnica como resultado final, sin incorporar el proceso de creación que ha conducido a ellos, sino que además se trasladan a las actividades de investigación los temas y los enfoques de países desarrollados, aunque sean totalmente extraños a la realidad y a los problemas locales. Como ha afirmado Varsavsky,³ es tan aplastante el prestigio de la ciencia personificada por los principales científicos del momento, que frecuentemente los científicos jóvenes no pueden concebir la posibilidad de explorar campos distintos.

El hecho de que, al hablar de ciencia y tecnología, se use tantas veces el término “transferencia” y tan pocas la palabra “creación” refleja ese enfoque indebidamente limitado. No debe olvidarse que cualquier transferencia planteada sólo en términos de inversión externa, de obtención de licencias o de importación de bienes y equipos, no resuelve por sí sola el verdadero problema de crear un sistema científico capaz de resolver problemas tecnológicos.

Comprar o instalar una fábrica moderna no significa, como muchos pretenden, que se ha incorporado tecnología o se tiene acceso a la misma, pues este tipo de aporte puede incluso limitar la creación autónoma y consolidar una situación de dependencia con respecto al exterior. Es frecuente escuchar que uno de los principales aportes de la inversión extranjera es el tecnológico. Lo cierto es que la

³ Oscar Varsavsky, *El colonialismo cultural en las ciencias naturales*, Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES), Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1967.

evaluación del aporte depende en cada caso de las medidas que se tomen paralelamente para que esa incorporación sea amplia y efectiva y no se limite al aspecto operativo. La mera importación de diseños y equipos y el inicio de la producción de un determinado bien no implica forzosamente la creación de un proceso significativo que favorezca el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica local.

La importancia de la tecnología se advierte claramente en el comercio exterior. La dependencia de las economías subdesarrolladas y su inestabilidad en materia de comercio exterior tienen en muchos casos una explicación de carácter tecnológico. En el comercio mundial predominan y crecen con mayor rapidez los bienes de la tecnología moderna, constituyendo una parte fundamental de las importaciones de los países en vías de desarrollo. En las exportaciones de estos países, en cambio, predominan los bienes de naturaleza primaria, que van siendo desplazados del comercio mundial precisamente por los frutos de la creación científica, tanto a través de bienes que cumplen funciones similares en condiciones de costos y calidades más favorables, como en términos más amplios, por disminuir los bienes primarios frente a los nuevos.

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA CIENCIA

En la definición de una política científica, el aspecto puramente económico es sólo uno entre varios, pero representa un papel importante en lo que concierne a la magnitud del esfuerzo y a la manera como se vincula este esfuerzo con algunos objetivos del desarrollo. A continuación se analizan estos puntos.

1. La magnitud del esfuerzo científico

Una forma simplificada de evaluar la magnitud del esfuerzo científico realizado por distintos países consiste en definir la fracción del producto nacional bruto que representan los gastos en investigación y desarrollo.

En el cuadro 1 pueden apreciarse estas proporciones correspondientes a un conjunto de países desarrollados. Destaca el caso de la economía norteamericana, en que se dedica a investigación y desarrollo 35 por mil del producto bruto; el valor absoluto de estos gastos equivale aproximadamente al total del producto industrial latinoamericano. La Unión Soviética alcanza un 25 por mil, cifra que muchos autores consideran como subestimada. Otros países de Europa dedican a este tipo de actividades proporciones notables del producto, con excepción de los países relativamente menos avanzados del continente.

En contraste, las proporciones correspondientes a América Latina son sumamente reducidas. En el cuadro 2 se puede apreciar que hasta los países de esta región que ostentan las proporciones más altas, como Argentina, apenas alcanzan una cifra cercana al 2 por mil del producto, comparable sólo con la de los países más rezagados de Europa. Y conste que las cifras de América Latina suelen incluir en los gastos en investigación y desarrollo rubros que

no quedarían comprendidos en tal categoría según la clasificación más severa de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), que es la utilizada en el cuadro 1.

Cuadro 1

**PROPORCION DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO^a
DEDICADO A INVESTIGACION Y DESARROLLO^b
ALREDEDOR DE 1963**

<i>Países</i>	<i>Proporción en milésimos</i>	<i>Dólares por habitante</i>
Estados Unidos	33	110
Unión Soviética	25	
Reino Unido	23	40
Holanda, Francia, Suecia	de 19 a 15	27 a 34
Alemania, Japón	14	25 y 9
Bélgica, Canadá	10	15 y 23
Noruega, Italia, Irlanda	de 7 a 5	11, 6, 4
Turquía, Austria, Grecia, España, Portugal	de 4 a 2	0.9, 3, 0.9, 1.0, 1.0

Fuente: OCDE, "Statistical Tables and Notes". *A Study of Resources Devoted to R&D in OECD Member Countries*.

^a A precios de mercado.

^b El término se explica más adelante.

En la Conferencia de Castala¹ se recomendó que en materia de investigación y desarrollo América Latina debería aspirar a una meta similar, en proporción del producto, a la de las naciones europeas desarrolladas, esto es, a unas 10 milésimas del producto. En comparación con las proporciones actuales, que aparecen en el cuadro 2, esta meta se

¹ Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología del Desarrollo de América Latina, organizada por la UNESCO en cooperación con la CEPAL (Santiago de Chile, 13 al 22 de septiembre de 1965).

podría considerar muy elevada. Debe advertirse, sin embargo, que se trata de un campo de enorme dinamismo, puesto que las proporciones correspondientes a los países desarrollados han estado cambiando notablemente. En efecto, hacia 1950, Estados Unidos sólo dedicaba el 10 por mil del producto a

Cuadro 2

**AMERICA LATINA: PROPORCION DEL
PRODUCTO BRUTO INTERNO DEDICADO
A INVESTIGACION Y DESARROLLO**

<i>País</i>	<i>Fecha</i>	<i>Proporción en milésimos^a</i>	<i>Fuentes</i>
Argentina	1967	2	A. Araoz (1)
Brasil	1965	1.8	OEA (2)
México	1964	0.7	V. Urquidí (3)
Venezuela	1963	1.3	Informe (4)
Chile	1967	0.3	Estimación a base de (5)

Fuentes: 1: A. Araoz, *Investigación y desarrollo industrial en la Argentina* (Estudios sobre la economía argentina, Instituto de Investigaciones Económicas de la CGE, noviembre de 1968). 2: Unión Panamericana, *Meeting of the Inter-American Ad-hoc Science Advisory Committee* (Washington, junio de 1966). 3: V. Urquidí y A. Lajous *Educación superior, ciencia y tecnología en el desarrollo económico de México* (El Colegio de México, México, 1967; 2a. ed., 1969). 4: *La ciencia, base de nuestro progreso. Fundamentos para la creación de un Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas* (Ediciones IVIC, Caracas, 1963). 5: La información referente a Chile se obtuvo principalmente de la exposición oral de los investigadores Ann Zummit y Alfonso Díaz realizada en el seminario de PLANDES, Santiago, mayo de 1969. La investigación, en que participaron otras personas, se efectuó en el Centro de Planeamiento de la Universidad de Chile.

Gran parte de la información que aparece en los cuadros siguientes se ha obtenido de las mismas fuentes.

^a No incluye investigación en ciencias sociales en México y Chile. En Venezuela están incluidas con un 15 por ciento de las investigaciones. En Argentina y Brasil sólo se presume que no están incluidas.

gastos en investigación y desarrollo, proporción que se ha elevado al 35 por mil en años recientes. Un proceso similar se produjo en otros países desarrollados.

La magnitud comparada de los recursos dedicados a la ciencia y la tecnología también se puede juzgar a través de los gastos anuales por habitante que realiza cada país. Estados Unidos destaca con más de 100 dólares anuales y la mayor parte de los otros países comprendidos en el cuadro 1, salvo los más rezagados, presentan cifras entre 10 y 40 dólares anuales. Los países latinoamericanos, en cambio, dedican a estos fines entre un tercio y medio dólar al año por habitante hasta poco más de un dólar en el mejor de los casos.

Vale la pena citar el caso de algunos países en proceso de desarrollo no pertenecientes a América Latina y donde la magnitud de los gastos dedicados a investigación y desarrollo es relativamente elevada, a pesar del bajo producto *per capita*. China Continental dedica 8 dólares anuales por habitante y Yugoslavia 4. Ello demuestra que el monto de los recursos empleados no siempre corresponde a un determinado nivel de desarrollo, sino que depende también de decisiones de política. En términos internacionales, las economías rezagadas en materia de investigación y desarrollo y que adoptaron una política vigorosa al respecto, revelan tasas de crecimiento de los gastos dedicados a ese fin considerablemente mayores que las de países más adelantados. En ningún caso estos gastos parecen haber aumentado en alto grado sin que mediara una política adecuada. También en los países desarrollados se han dado saltos espectaculares. En los Estados Unidos, por ejemplo, el aumento de los doctorados otorgados desde los años 50 hasta la actualidad ha alcanzado tasas superiores al 10 por ciento anual, y actualmente plantea serios problemas de capacidad, adecuación y recursos para el sistema de educación superior.²

² H.K. Weiss, *Some Growth Considerations of Research and Development and the National Economy*, Management Science, Series A, Baltimore, enero de 1965, pp. 368-394.

En el caso de América Latina, pese a la información deficiente, se puede afirmar que el ritmo a que han crecido estos gastos no ha sido alto y que el avance ha sido muy inconstante, lo que se debe tanto a una discontinuidad de la política en esta materia como a la escasa energía con que la misma se ha llevado adelante. A esto se agrega, según se vio en los cuadros anteriores, que el nivel absoluto de estos gastos es sumamente bajo.

2. Naturaleza de la investigación científica

Antes de analizar un sistema científico conviene estudiar la naturaleza, la composición y los propósitos de la actividad que permite realizar. Para ello se puede recurrir a las diversas clasificaciones existentes según las cuales se ordenan los datos estadísticos. Todas ellas, utilizadas en general por la OCDE, adolecen de algún defecto y presentan dificultades en su aplicación, por lo que deben tomarse en forma complementaria. A continuación se intentará comparar la situación de la ciencia en América Latina con la de otras regiones, para conocer la orientación con que se lleva a la práctica la política científica y tecnológica.

En primer lugar, interesa considerar la investigación según su naturaleza, distinguiendo entre la básica, la aplicada y la de desarrollo o procesamiento. Esta clasificación atiende al grado de aplicabilidad: en un extremo se halla la actividad científica pura y en el otro la que tiene un propósito práctico o persigue determinados beneficios económicos. Clasificar la investigación en estas tres categorías no suele ser fácil en la práctica, no sólo por razones formales, sino por el problema que representa dividir estas actividades según el beneficio que cabe esperar de ellas y según los efectos que pueda tener el diseño de la propia política científica y tecnológica. El conjunto de los tres tipos de investigación (básica, aplicada y de desarrollo) se denomina genéricamente “investigación y desarrollo” (*research and development*, R & D).

En pocas palabras, puede decirse que la investigación básica se propone aportar nuevos conocimientos, con independencia de su contribución a resultados prácticos o a

beneficios económicos inmediatos. Sin embargo, en numerosas empresas industriales se realizan investigaciones básicas que, sin perseguir una finalidad utilitaria inmediata, brindan a la larga resultados que se traducen también en beneficios económicos.

La distinción entre investigación aplicada e investigación de desarrollo resulta a veces difícil, ya que ambas tienen miras económicas. Quizá se pueda ilustrar con un ejemplo. La investigación inicial y teórica de la compañía Bell sobre semiconductores pertenece a la categoría básica; el propósito fundamental de esta actividad consistía en desarrollar una teoría acerca de los semiconductores para entender la forma en que funcionan. La investigación aplicada parte de los conocimientos suministrados por la investigación básica y trata de definir las posibilidades para utilizar con fines prácticos estos conocimientos teóricos. Así, siguiendo con nuestro ejemplo, la investigación aplicada tendría por finalidad determinar la posibilidad de utilizar los semiconductores en circuitos de radio, en computación, etc. La definición de estas posibilidades no deja resuelto el problema, pues aún es necesario examinar las posibilidades y lograr la maduración de un producto suficientemente comprobado, de costo adecuado, que ofrezca ciertas garantías y especificaciones y se encuentre listo para servir eficientemente los fines propuestos, de modo que pueda ser lanzado al mercado. Después de terminada la investigación aplicada, todavía hay que realizar un proceso costoso de reexamen y perfeccionamiento, en el que se plantean y resuelven exigencias cada vez más elevadas, normas más estrictas de calidad, de confiabilidad y hasta de estética. Todo este proceso constituye el tercer grupo de investigaciones llamadas “de desarrollo o procesamiento”.

Encontramos otro ejemplo que permite distinguir entre estas categorías en la búsqueda de un proceso metalúrgico para ciertos minerales. La investigación efectuada por vía experimental en pequeña escala se puede considerar como investigación aplicada. Su comprobación y refinamiento en plantas piloto con vistas a su aplicación final, efectuados

también para recoger experiencias del funcionamiento de las instalaciones correspondientes en escala mayor, pertenecen más bien a la investigación de desarrollo.

Estos tres grupos o categorías no incluyen las pruebas rutinarias de materiales, ensayos y análisis químicos, realizados mediante procedimientos ya conocidos y establecidos, pero sí los gastos corrientes de personal y materiales, así como los gastos de capital. Para que la comparación sea más

Cuadro 3

**DISTRIBUCION DE LOS GASTOS TOTALES EN
INVESTIGACION SEGUN SU NATURALEZA**

(Porcentajes)

<i>Países</i>	<i>Básica</i>	<i>Aplicada</i>	<i>Desarrollo o procesamiento</i>
Países desarrollados y de amplio mercado	15 - 18	40 - 20	40 - 65
Países desarrollados, de mercado reducido	20 - 35	50 - 25	30 - 40

Fuente: OCDE, *Statistical Tables*, op. cit. Los datos corresponden a 1963-1964.

efectiva no se descuenta del capital la depreciación, puesto que en algunos casos la propia naturaleza de las actividades obliga a depreciarlo con gran rapidez.

Veamos ahora la proporción de los gastos totales en investigación y desarrollo que los países desarrollados dedican a las tres categorías mencionadas, para compararla con la situación de algunos países latinoamericanos.

En el cuadro 3 se distinguen dos grupos de países, uno con mercado amplio y otro con mercado reducido. El primer grupo dedica una proporción menor de los gastos a investigación básica: 15 a 18 por ciento del total, en

comparación con 20 a 35 ciento en el caso de los países de mercado reducido; ese mismo grupo destina a las investigaciones de desarrollo o procesamiento —que son las que tienen propósitos utilitarios más definidos— una proporción variable entre 40 y 65 por ciento del total de los gastos en estas actividades, mientras que los países de mercado reducido no pueden dedicarles más del 30 al 40 por ciento. Estados Unidos y el Reino Unido dedican a investigaciones de desarrollo o procesamiento más del 60 por ciento del total de los gastos; Francia, aproximadamente el 50 por ciento; Italia, Noruega y Austria, entre 40 y 45 por ciento; Holanda y Bélgica, cerca del 30 por ciento.

De estos datos se desprenden dos conclusiones. En primer lugar, las investigaciones básicas parecen requerir un monto crítico mínimo para realizar un trabajo de cierto nivel; de ahí que los países de menor tamaño deban dedicar una proporción mayor de los recursos totales al esfuerzo teórico sólo para asegurarse los conocimientos mínimos necesarios a fin de iniciar actividades de investigación que tengan propósitos más prácticos. En segundo lugar, las investigaciones aplicadas y de desarrollo o procesamiento son relativamente más costosas, por lo cual los países que cuentan con recursos mayores —por el tamaño de su economía y por la proporción de su ingreso que están en condiciones de dedicar a estos fines— tienen posibilidades mucho mayores de efectuar investigaciones de carácter práctico, incluso utilizando conocimientos provenientes de otros países. No es extraño que los científicos de países desarrollados europeos tiendan, muchas veces, a radicarse en los Estados Unidos, donde cuentan con los recursos necesarios para desarrollar y probar sus ideas. Esto, por supuesto, significa una gran ventaja para el país que pueda ofrecer las posibilidades adecuadas al florecimiento de la investigación de desarrollo.

Entre los tres tipos de actividades existe una cierta relación de alimentación recíproca y entre ellos cabe concebir un equilibrio ideal. De no mediar una política eficiente, los países demasiado pequeños o que dediquen montos demasiado reducidos al total de las investigaciones se verán obligados a destinar proporciones anormalmente alta de los

recursos totales a investigaciones básicas, en desmedro de las aplicadas y de las de desarrollo. Para integrar un sistema científico es imprescindible cumplir ciertos requisitos mínimos en lo que respecta a los recursos totales disponibles.

En América Latina son sumamente altas las proporciones dedicadas a investigación básica y reducidas las correspondientes a desarrollo o procesamiento. En el cuadro 4 puede observarse que México y Venezuela destinan a las investigaciones de desarrollo menos del 10 por ciento total de recursos. Los datos correspondientes a Chile, en 1967, son parecidos a los de Venezuela, y los demás países tampoco presentan grandes variaciones, teniendo en cuenta la naturaleza y los propósitos de las entidades de investigación existentes.

Cuadro 4

**AMERICA LATINA: DISTRIBUCION DE LOS GASTOS TOTALES
EN INVESTIGACION SEGUN SU NATURALEZA**

(Porcentajes)

<i>País</i>	<i>Básica</i>	<i>Aplicada</i>	<i>Desarrollo o procesamiento</i>
México (1964)	45	50 - 45	5 - 10
Venezuela (1963)	75 - 80	20	5 - 0

Fuentes: Las indicadas en el cuadro 2.

Esto significa que del monto total de recursos dedicados a investigación, de por sí reducido, en América Latina se puede dedicar a fines prácticos sólo una mínima fracción de estos recursos. Una proporción muchas veces decisiva del gasto hay que destinarla a mantenerse muy relativamente al día en materia de avance científico teórico. Las posibilidades

de aprovechar las innovaciones propias o ajenas, de industrializarlas y convertirlas en ventajas de tipo productivo, son sumamente reducidas. No debe extrañar, pues, que predomine la idea de aceptar las innovaciones ya incorporadas en productos o licencias procedentes del exterior, a falta de un sistema integrado que permita incorporar en forma mucho más completa el proceso de adaptación creadora y de avance científico y tecnológico.

Debe añadirse el hecho de que la actividad de procesamiento es una etapa de transición en que la ciencia se pone a prueba y se afrontan y resuelven problemas diferentes, nutriendo así de ideas nuevas al sistema y exigiéndole su propia superación. La carencia de este tipo de actividad en América Latina impide a la ciencia sentar raíces en la realidad y establecer los necesarios nexos con las actividades productivas.

Por otra parte, la investigación básica en América Latina es fundamentalmente académica y se centra en la capacitación destinada a obtener títulos de grado y de postgrado. También en esto se distingue de los países desarrollados, en los cuales se sigue un criterio mucho más severo para reconocer o no como investigación propiamente dicha las actividades puramente académicas.

La preponderancia de la investigación básica en América Latina y sus nexos con la capacitación —incluso en entidades no académicas— sugiere que el solo esfuerzo de conocer agota los recursos disponibles, por lo que ese conocimiento no puede transformarse en práctica sino en forma muy limitada.

Otro hecho significativo es que en América Latina la investigación aplicada está dominada por los recursos naturales, en especial la agricultura. También en esto es muy notorio el contraste con los países avanzados, en los que el papel más destacado corresponde a la industria. Lejos de nuestro ánimo desconocer la importancia que tiene la actividad científica aplicada a la agricultura; sólo se trata de señalar que el esfuerzo de la investigación aplicada a la industria es extremadamente reducido, lo cual explica que la industria trabaje con licencias exteriores, importando diseños y equipos, y que la inversión extranjera tenga en ella un papel

tan predominante. No se racionalizan y sistematizan los conocimientos, ni se devuelven a la industria en forma de innovaciones técnicas, salvo raras excepciones. Los intentos de crear diseños y equipos propios, realizados sobre todo en la Argentina y el Brasil, revelan que tanto cualitativa como cuantitativamente falta mucho para lograr un resultado trascendente, por más que los casos favorables sean indicadores de las posibilidades que se abrirían en una situación más propicia. Las limitaciones con que tropiezan estos intentos y las áreas a que se restringen reflejan claramente los problemas a que debe enfrentarse una adecuada política tecnológica.

3. Los propósitos de la investigación científica

La OCDE distingue tres grandes grupos de propósitos en la investigación científica: *a)* defensa, proyectos espaciales y energía atómica; *b)* económicos; *c)* sociales.

En los Estados Unidos se dedica al primer grupo cerca del 65 por ciento de todos los gastos; en Francia y el Reino Unido se destina al mismo grupo casi la mitad de los recursos y en el Japón menos del 10 por ciento. Una parte considerable de los gastos efectuados con estos fines pasa a través de la industria, la que aprovecha así muchos de los resultados obtenidos. En otros países, como España y Grecia, que destinan entre 20 y 30 por ciento del total de gastos a las investigaciones en defensa y energía atómica, el aprovechamiento industrial complementario es mucho más reducido y difícil.

Los resultados positivos que se logran en el comercio exterior y las ventajas que se obtienen con respecto a la inversión se manifiestan claramente cuando se observa cómo las industrias dinámicas de los países desarrollados aprovechan las investigaciones de este carácter. Los países de menor desarrollo, aunque dediquen amplios recursos a estas actividades, no alcanzan ventajas semejantes. Esto lleva a plantear nuevamente el problema del umbral de actividades y de la escala de la investigación. ¿Hasta dónde una acción adecuadamente concertada entre grupos de países permitiría

superar el mínimo crítico de actividad que permitiera no sólo aprender, sino también crear? ¿En qué medida esa acción permitiría ahorrar recursos? ¿Se lograría superar con ella la situación actual en que la incorporación de los conocimientos es parcial y trunca, sin creatividad?

Con respecto a la investigación que persigue propósitos económicos, en los Estados Unidos absorbe cerca del 30 por ciento de los recursos; en los países europeos de mayor desarrollo, la proporción es más elevada. En los países europeos de menor desarrollo relativo, esta cifra llega al 60 ó 70 por ciento, predominando las actividades de investigación agrícola a expensas de las relacionadas con la industria. Lo mismo sucede en América Latina, donde una alta proporción de los recursos se destina a energía nuclear, pero no en forma creadora —se está muy lejos del umbral mínimo requerido para ello— sino más bien como un esfuerzo para capacitar técnicos con los que aprovechar esas nuevas inversiones e infraestructura para generar energía eléctrica. Simultáneamente y con finalidades de aplicación industrial, se capacita a los técnicos nacionales en metalurgia extractiva y metalurgia física, disciplinas que se tenían casi olvidadas. Sin embargo, examinando el sistema científico y tecnológico integrado, se advierte una notable falta de acoplamiento con la producción industrial correspondiente y una carencia de investigación de procesamiento. Los técnicos nacionales pueden estudiar los proyectos, pero su ejecución y la venta de los equipos están en manos de las empresas internacionales que trabajan en el ramo. De ahí que la proporción en que la industria nacional participa en el abastecimiento de la inversión no sea esencialmente distinta a la de las plantas eléctricas tradicionales.

En otras palabras, estas investigaciones sirven más a la infraestructura que a la industria. Los efectos industriales se producen sobre todo a través de la capacitación y de algunos servicios técnicos de asesoría relacionados con métodos nuevos en los que se aprovechan los fenómenos radioactivos.

Las inversiones destinadas a la investigación de energía nuclear suman, en algunos casos, varias decenas de millones de dólares, y representan una parte muy respetable de los

Cuadro 5

AMERICA LATINA: DISTRIBUCION DE LA ACTIVIDAD
CIENTIFICA SEGUN SUS PROPOSITOS

(Porcentajes)

<i>País</i>	<i>Energía nuclear</i>	<i>(Número de reactores)</i>	<i>Económicos (sector pre- ponderante)</i>	<i>Sociales</i>	<i>Capaci- tación^a</i>
México (1964)	11	(1)	59 (agro)	...	30
Argentina (1967-68) ^b	15 - 20 ^b	(4)	(agro)		
Brasil		(3)			
Chile (1967) ^c	...		35 (agro)		

Fuentes: Las ya citadas y diversas informaciones nacionales.

^a La capacitación no se debería incluir en investigación y desarrollo. El criterio formal no se aplica en este caso, pues no se trata en apariencia de capacitación. Sin embargo, a juzgar por el mecanismo institucional y los resultados ulteriores, es importante señalar este caso.

^b Estimación.

^c Porcentaje estimado de investigadores.

recursos nacionales dedicados a investigación. Sin embargo, en el plano internacional son tan reducidas que no permiten participar integralmente en el avance científico; se adquiere el conocimiento, pero con el riesgo de quedar pronto a la zaga. Resulta difícil y frustrante tener que realizar esfuerzos tan grandes y cada vez mayores sólo para conocer los descubrimientos y aplicaciones de la ciencia que se llevan a cabo en los países desarrollados.

Ya se dijo que las investigaciones agrícolas destacan tanto en las actividades aplicadas como en las que obedecen a propósitos económicos. Las investigaciones para lograr algodones de fibra larga en el Perú, variedades más apropiadas de trigo y de frijol y el maíz híbrido en México, variedades adecuadas de trigo y sorgo en Chile, son ejemplos de éxitos bien conocidos. Donde había una práctica de importancia económica se fueron creando las facilidades necesarias para realizar investigaciones con resultados provechosos; los requerimientos de la investigación agropecuaria, que por sus características se debe efectuar muchas veces en forma local, también han influido para obtener estos resultados positivos.

Un 26 por ciento del presupuesto total para investigación se destina en México a fines agropecuarios y forestales. Casi un 20 por ciento de los investigadores chilenos trabajan en este ramo, y está especializado en él el 23 por ciento de los investigadores de Venezuela. Algunas de las instituciones latinoamericanas más activas y mejor financiadas, de tipo no académico, llevan a cabo sobre todo investigaciones agrícolas. Tal es el caso por ejemplo, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de la Argentina o las diversas instituciones colombianas que realizan investigaciones agropecuarias.³

Con respecto a las investigaciones agrícolas, es interesante observar que se ha producido en América Latina una mejor integración entre las investigaciones básicas y las

³ Véase sobre Colombia: Academia de Ciencias de Estados Unidos, *Institutions of Higher Education, Research and Planning in Colombia*. (Washington, D.C. 1968).

aplicadas y de procesamiento, y que precisamente en este sector se han alcanzado los éxitos más notables.

En cuanto a otros recursos naturales, es digna de mención la minería, algunas de cuyas características son también compartidas por el petróleo. Se hacen investigaciones en torno a la exploración de recursos, y en varios países de la región existen instituciones y proyectos de importancia dotados para ese fin. De ordinario son más exiguos los fondos disponibles para investigar la explotación y la metalurgia. Cuando se estudia la metalurgia, la actividad se concentra en el beneficio, esto es, fundamentalmente en la molienda y concentración por flotación. La investigación metalúrgica extractiva, ya sea en procesos térmicos o como hidrometalurgia suele encontrarse vinculada con la capacitación universitaria y con recursos usualmente menores. Es decir, en general se realizan menos investigaciones referidas a los procesos de elaboración industrial avanzada de estas materias primas, que a las primeras etapas del procesamiento.

El caso agropecuario es parecido. También en él se percibe que las investigaciones correspondientes a industrias alimenticias son relativamente más reducidas que las propiamente agropecuarias.

Las investigaciones de carácter industrial cuentan generalmente con menos recursos que las agropecuarias. Además, las actividades de esta clase relacionadas con el sector manufacturero no tienen objetivos tan claramente ligados a fines prácticos como las investigaciones agropecuarias. Los institutos que realizan investigaciones industriales son de creación relativamente reciente en América Latina. México dedica un 17 por ciento de los recursos científicos a temas industriales. En Chile, el 8 por ciento de los investigadores actúan en este campo, pero los proyectos correspondientes tienen en un 80 por ciento motivación universitaria y no industrial.

Un breve examen de los proyectos de investigación realizados por las principales instituciones científicas no académicas que actúan en el campo industrial en la Argentina, el Brasil, México y otros países de América Latina revela que también en ellos la capacitación tiene cierta

importancia, pues otorgan becas y en ocasiones permiten la preparación de tesis en sus instalaciones. Además, a pesar de la limitación de recursos, los campos de investigación suelen ser bastante diversificados, aunque se advierte cierto predominio de las industrias de tipo tradicional, como las alimenticias, y el aprovechamiento de sus productos. Por otra parte, muchas de estas instituciones, además de realizar investigaciones, deben hacer comprobaciones técnicas hasta cierto punto de rutina (ensayo de materiales, pruebas eléctricas, certificados de calidad, análisis químicos) y prestar servicios de variada naturaleza a las industrias. Se comprende que en un esquema tan diversificado y con recursos reducidos, no pueden ser profundas las investigaciones realizadas y que, aunque sólo fuera por su elevado costo, sería difícil a esos países desarrollar investigaciones de procesamiento.

Entre los temas industriales estudiados por las principales instituciones de este carácter figuran los siguientes: grasas y aceites; aprovechamiento de tortas oleaginosas; materiales de construcción; pulpa y papel con distintos tipos de materia prima; fibras textiles de origen diverso y su aprovechamiento industrial; tecnología alimenticia; conservación de frutos tropicales; beneficio de minerales; utilización de melazas; almidón; aceites esenciales; coquificación de carbones; resina y trementina; fabricación de productos paraquímicos por procesos naturales, etc. Esta lista de los temas más frecuentes, o a los que se ha dedicado parte importante de los recursos, ilustra las afirmaciones anteriores.

Las industrias químicas modernas y sobre todo las mecánicas reciben poca atención en las investigaciones. En la Argentina se creó un centro de investigación del estampado en metales y otro ligado a la industria automotriz. En el Brasil algunas entidades realizan estudios sobre industrias mecánicas. Los recursos son muy limitados en ambos casos y los programas de trabajo satisfacen a la vez servicios diversos y necesidades de capacitación. También debe mencionarse el Centro para el Uso Eficiente del Combustible y el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria, de la Comisión de Energía

Atómica de la Argentina, entidades que realizan investigaciones y prestan servicios técnicos en ramos más modernos y dinámicos de la industria.

En síntesis puede decirse que están prácticamente ausentes de las investigaciones industriales en la región aquellas manufacturas (química moderna, mecánica —sobre todo en fabricación de maquinaria—, electrónica y otras industrias dinámicas) que tienen elevadas tasas de crecimiento en producción y demanda, que son más dependientes del exterior para abastecer la demanda y para realizar las inversiones, y que a la vez constituyen la parte más importante y característica de cada inversión industrial. Esta situación confirma la aseveración anterior sobre la modalidad tecnológica de la industrialización sustitutiva y los argumentos sobre su actual estado de estancamiento.

De todo ello se desprende que existe una marcada diferencia entre la agricultura (y la medicina) por una parte, y la industria por la otra. En el primer caso, el ejercicio de una larga práctica o la existencia de problemas específicos exigieron cierta eficiencia, continuidad e intensidad en la actividad de investigación. En el caso de la industria, en cambio, resultó más fácil “comprar la tecnología” o favorecer la inversión que desarrollar la tecnología; mientras no se altere esta concepción, y aunque siga evolucionando la producción industrial, no puede esperarse que en forma espontánea, sin una política explícita, pueda llegar a desarrollarse una investigación tecnológica considerable en las ramas esenciales donde esa actividad es mínima o inexistente. Tampoco quiere decirse con esto que sean suficientes los esfuerzos desarrollados en el sector agrícola.

La dispersión de los recursos de investigación en América Latina es evidente y a ella se debe que algunos centros científicos planearan realizar investigaciones coordinadas. Con tal objeto y bajo los auspicios de la Unión Panamericana se celebraron algunas reuniones en que se acordó investigar conjuntamente una serie de temas. Uno de los institutos participantes actuaría como coordinador o como centro principal para llevar a cabo las investigaciones. Los principales temas seleccionados fueron: beneficio de minerales,

metalurgia, alimentos, madera, vivienda y materiales de construcción, arcillas industriales, procesamiento de productos agrícolas, pulpa y papel.⁴ Si bien se trata de una iniciativa muy atinada, muestra algunas omisiones importantes, como la fabricación de maquinaria.

Los países desarrollados no sólo dedican una proporción más elevada a las investigaciones de naturaleza industrial, sino que se esfuerzan precisamente en el campo de las industrias que en América Latina reciben una atención más restringida. En Francia, por ejemplo, el 38 por ciento del personal científico que trabaja en investigaciones industriales realizadas por el sector privado se ocupa en la fabricación de instrumentos y de maquinaria eléctrica y no eléctrica. A esto debe agregarse el 22 por ciento, ocupado en investigación relativa a aviación y proyectiles, y más del 10 por ciento en diversos equipos de transporte. En suma, aproximadamente el 70 por ciento de todos los investigadores que trabajan en el sector privado se dedica a investigar en el campo de las industrias metalmeccánicas y, en particular, en el de la producción de equipo. En Suecia se dan proporciones similares: en los mismos sectores señalados está ocupado el 64 por ciento de los investigadores que trabajan en el sector privado. En España las proporciones son parecidas. No es de extrañar, por eso, que se tenga que recurrir en América Latina a conocimientos y equipos importados para atender los sectores esenciales de la economía.

La gran diferencia cuantitativa entre los gastos de investigación y desarrollo correspondientes a los países de América Latina y a los países industriales no muestra plenamente la situación desventajosa en que se encuentra nuestra región. Más importante es la diferencia cualitativa, dada por el destino que tienen estos gastos. En América Latina preponderan las investigaciones básicas ligadas al adiestramiento y a la formación profesional; y en el caso de

⁴ A. Fontes y M. Halty Carrere, *Características de los Institutos Latinoamericanos de Investigación tecnológica* (Washington, Unión Panamericana, 1965).

las investigaciones aplicadas y el procesamiento, se da mayor importancia a la agricultura y los recursos naturales. Por lo demás, las investigaciones de carácter industrial, que reciben una cantidad relativamente menor de recursos, cubren muchas actividades rutinarias, entre las que se encuentra la aplicación de técnicas conocidas a problemas de materiales locales.

Hace pocos años⁵ se propuso una clasificación de las instituciones en la cual se agrupan adecuadamente las entidades según el carácter de las investigaciones que efectúan. Esa clasificación permite comprender mejor la política científica porque toma en cuenta el hecho de que en la práctica la investigación científica y técnica se realiza en instituciones determinadas que combinan en muchos casos investigación pura y aplicada. He aquí los grupos en que se reparten las entidades y la investigación:

a) Instituciones con una finalidad específica, generalmente prácticas (*mission oriented*). En su mayoría no tienen carácter académico. Hay grandes empresas que pueden organizar instituciones para efectuar investigaciones cuyo propósito primordial no es de carácter puramente científico. La ciencia constituye en este caso un medio para lograr determinados fines.

b) Instituciones de investigación fundamental no académicas que no tienen propósitos tan específicos o prácticos como las anteriores. Suelen concentrarse en temas científicos como biología molecular, geofísica, climatología, etc.

c) Investigación académica. Cuando se hace referencia a ella, generalmente se habla de *little science*, pues a diferencia de los dos grupos anteriores, los recursos con que se cuenta son aquí mucho menores.

⁵ H. Brooks, en la publicación del Seminario realizado en 1967, *Problems of Science Policy* (París, OCDE, 1968).

4. Ventajas que cabe esperar de la investigación científica

La evaluación de los resultados económicos del esfuerzo científico constituye una tarea demasiado difícil para abordarla aquí sistemáticamente. Sin embargo, cabe señalar algunos aspectos concretos que muestran la importancia de un esfuerzo de esa índole cuando se trata de realizar las potencialidades de desarrollo de un país.

Considérese, por ejemplo, la situación del comercio exterior de los Estados Unidos. Era creencia generalizada que en las exportaciones de ese país, en comparación con sus propias importaciones, predominaban los bienes cuya producción requería una intensidad de capital relativamente grande. Esa creencia se basaba en el hecho de que los Estados Unidos tienen una abundancia relativa de capital en comparación con su mano de obra. Sin embargo, la llamada paradoja de Leontief, apoyada en varios estudios empíricos, puso de manifiesto que la situación es precisamente la inversa. Las exportaciones de los Estados Unidos tienen una proporción mayor de mano de obra y menor de capital que sus importaciones. Hay que aclarar que la mano de obra predominante en las exportaciones estadounidenses es altamente calificada. Los sectores que exportan están estrechamente vinculados con la creación científica y tecnológica que hace posible esta exportación. He aquí algunas cifras: A los cinco sectores industriales norteamericanos que han realizado el mayor esfuerzo en investigación y desarrollo (equipo de transporte, maquinaria eléctrica, instrumentos, química, maquinaria no eléctrica) corresponde el 72 por ciento de las exportaciones manufactureras. Estos sectores concentran el 89.4 por ciento del monto dedicado a investigación y desarrollo por el conjunto de la industria, y ocupan el 85.3 por ciento del personal científico y técnico de la industria dedicado a investigación y desarrollo. Las mismas industrias sólo dan lugar a un 39.1 por ciento de las ventas nacionales totales de bienes industriales.⁶

⁶ W. Gruber, *et alia*, "The R & D Factor in International Trade and International Investment of United States Industries", en *The Journal*

Examinando con detalle los bienes exportados, se observa que dentro de los grandes rubros mencionados, para algunas ramas específicas las exportaciones representan un coeficiente importante de la producción, por lo que amplían considerablemente el mercado del propio país. Así, por ejemplo, en equipo aeronáutico y partes auxiliares, la exportación representó en 1963 el 22 por ciento de la producción destinada al mercado interno; en equipo ferroviario, más del 12 por ciento; en máquinas de coser y sus partes, 52 por ciento; en equipos de rayos X y terapéuticos, 15 por ciento; en instrumentos científicos varios, 18 por ciento; en maquinaria de construcción y minera, casi el 40 por ciento. Todas las ramas citadas tienen gran importancia en los cinco sectores mencionados.⁷

En consecuencia, el argumento de que las exportaciones norteamericanas tienen poco valor relativo en el producto y por lo tanto una importancia pequeña para los sectores productivos del país, constituye una generalización de escasa utilidad y hasta desorientadora. Las cifras mencionadas muestran que en algunos de los rubros más modernos y dinámicos, muchos de ellos desarrollados a través de programas estatales, el mercado externo representa una notable proporción de la producción total, suficientemente grande para permitir el aumento de las economías de escala y traer aparejadas economías de aprendizaje, perfeccionamiento técnico en la lucha por el mercado, estructuras de comercialización e investigaciones en todas las categorías.

El examen de las importaciones estadounidenses muestra claramente el contraste que existe entre los dos aspectos de su comercio exterior. Si seleccionamos los rubros específicos de estas importaciones que exceden los 10 millones de dólares anuales y para los cuales las adquisiciones del exterior

of Political Economy, Chicago, febrero de 1967, pp. 20-37. Las cifras citadas en el texto se refieren a 1962.

⁷ United States Department of Commerce, Bureau of the Census, *United States Commodity Exports, Imports as related to Output. 1964 and 1963* (United States Government Printing Office, 1966).

representan una proporción importante de la producción interna, hallaremos los siguientes: plumas y flores artificiales (40 por ciento); piedras preciosas, semipreciosas y tallado en piedras (61 por ciento); metales no ferrosos en bruto (44 por ciento); loza y porcelana (más de 20 por ciento); motocicletas y bicicletas (33 por ciento); máquinas de coser y partes (29 por ciento). A esos ejemplos podrían agregarse otros.

Se trata de un contraste muy significativo.⁸ Por un lado están las exportaciones de tecnología novedosa y demanda dinámica, que ofrecen grandes ventajas económicas y que introducen cambios fundamentales en la tecnología de las respectivas ramas industriales; su costo es elevado y necesitan un mercado amplio. Por el otro están las importaciones, cuyo atributo más destacado no es precisamente la tecnología. Hasta aquellos casos en que la evolución tecnológica no ha sido muy pequeña apuntan hacia una conclusión similar a la que se desprende de lo dicho en párrafos anteriores. Respecto del acero, por ejemplo, la introducción de innovaciones tecnológicas va estrechamente ligada a la obtención del alto grado de eficiencia y de los bajos costos logrados en otros países desarrollados, que así lograron penetrar vigorosamente en el mercado norteamericano.

La conclusión anterior respecto al papel que desempeña la ciencia en las exportaciones norteamericanas se refuerza cuando se examina la participación que las ventas de este país tienen en las importaciones que efectúan países en desarrollo para distintos rubros industriales. En la misma fuente citada se encuentra un análisis cuantitativo de este aspecto, del cual resulta que los rubros en que se concentra el mayor esfuerzo científico y tecnológico de los Estados Unidos son precisamente aquellos con los cuales el país obtiene una proporción mayor del mercado de los países en desarrollo, en comparación con otros países desarrollados.

⁸ Aunque recientemente las importaciones norteamericanas de productos electrónicos, automóviles y otros bienes industriales han crecido considerablemente, provienen de otras naciones desarrolladas.

No se reducen a esto las consecuencias de la investigación en los Estados Unidos. Por importante que sea lo dicho acerca del núcleo dinámico de la exportación, no representa sino una fracción de los resultados positivos que se obtienen de las actividades científicas. Cabe observar, por ejemplo, que la capacidad norteamericana para realizar inversiones en industrias dinámicas en los mercados más desarrollados, logrando en dichos mercados ventas varias veces superiores a la exportación misma, guarda estrechos nexos con los mismos sectores en los que se concentra la investigación. Las ventas de subsidiarias norteamericanas dentro del mercado europeo son para esos sectores muy superiores a las exportaciones que realizan las casas matrices desde los Estados Unidos al mismo mercado. En cuanto a equipo de transporte, por ejemplo, en 1962 las ventas de subsidiarias en Europa eran 10.3 veces superiores a las exportaciones; en cuanto a maquinaria eléctrica, 4.4 veces; por lo que respecta a las industrias químicas, casi 3 veces, y unas 2 veces en lo referente a maquinaria no eléctrica. Las industrias que concentran la mayor parte de la investigación y el desarrollo representan las relaciones más elevadas de los sectores industriales. En este caso parece que las ventas de las subsidiarias norteamericanas dentro del propio mercado europeo reemplazan en cierta forma las exportaciones directas norteamericanas, lo cual se aprecia mejor considerando que las relaciones entre ventas internas y exportaciones son mayores en el mercado europeo que en otros mercados.

Es indudable que la irrupción de la tecnología a través de esas inversiones, con su aporte de eficiencia y productividad, puede permitir el desarrollo de la producción en sectores de tecnología avanzada; pero si no se orienta por una política nacional clara y adecuada de parte del país receptor, puede resultar un elemento limitativo importante en el avance tecnológico propio. Las preocupaciones expresadas por miembros del Mercado Común Europeo y los esfuerzos para desarrollar proyectos tecnológicos conjuntos y para fusionar empresas industriales reflejan estos problemas.

Uno de los graves peligros del retardo tecnológico consiste en que la lucha es mucho más difícil si se intenta

recuperar terreno después de haberlo perdido. La ventaja en tecnología se va transformando en eficiencia progresiva, en menores costos y precios y en un dominio creciente del mercado, que se consolida con la creación de una red de mecanismos comerciales apropiados.

En suma, puede decirse que las 35 milésimas del producto que dedican los Estados Unidos a la investigación —y las cifras correspondientes de otros países desarrollados— cumplen un papel de enorme importancia cualitativa y contribuyen en forma destacada a hacer comprensible el liderazgo no sólo científico y tecnológico, sino también económico de dichos países. La investigación es un proceso acumulativo que va obteniendo nuevos resultados gracias a los logros del pasado y constituye uno de los pilares sobre los que se apoya el desarrollo de los sectores más activos de la economía.

En cambio, la magnitud y orientación del esfuerzo realizado por países en vías de desarrollo en materia científica y tecnológica, no permiten obtener la fuerza impulsora suficiente para alcanzar resultados económicos importantes. En muchos casos apenas si se capacita y mantiene una *élite* técnica y científica, no articulada plenamente, parte de la cual se desplaza a los centros desarrollados, y que de todas maneras está muy poco integrada en el proceso de desarrollo. En la situación en que se halla América Latina, sólo modificando radicalmente el monto y la dirección de la actividad científica podrían forjarse esperanzas en materia de exportación de manufacturas.

LA POLITICA CIENTIFICO-TECNOLOGICA

La política científico-tecnológica se define y aplica en las naciones desarrolladas a través de mecanismos institucionales que llegan a los más altos niveles políticos, y a ellos se dedican considerables recursos y conocimientos. Las posibilidades y necesidades de carácter científico y tecnológico juegan un papel muy importante en la determinación de los objetivos económicos y sociales de la sociedad, e influyen en el manejo de un conjunto de medidas económicas vinculadas con la industria, la estrategia militar y, en general con la conducción de cada país.

Algunos casos recientes revelan la gran importancia de la política científica y tecnológica y su estrecha relación con sectores que son fundamentales tanto por su dinamismo como por su importancia estratégica. El desarrollo de la energía atómica y el de la aviación a reacción son ejemplos de una competencia encarnizada inseparable de los avances científicos y tecnológicos logrados en esos campos; la industria de transistores y de microcircuitos integrados, con crecimientos a veces superiores al 40 por ciento anual, también está en relación directa con los progresos científicos y técnicos. La reciente preocupación europea por la llamada brecha tecnológica de esa región con respecto a los Estados Unidos refleja asimismo la importancia reconocida a estas actividades en relación con el desarrollo general de estos países.

Sin embargo, la política científica y tecnológica es de creación relativamente reciente y hasta en los países más desarrollados experimenta todavía cambios radicales en sus propósitos y en su estructura.

La posibilidad misma de definir y aplicar una política científica y tecnológica con objetivos claros y con acciones deliberadamente dirigidas a alcanzarlos ha sido tema de muchas discusiones. Al tiempo que esta polémica se libraba

tanto en el plano conceptual como en la práctica, de hecho se iban perfilando determinadas políticas científicas. Aun así, conviene analizar brevemente las dos posiciones principales de la polémica.

Una de esas posiciones, duda seriamente de la posibilidad misma de planificar la actividad científica. Este escepticismo se funda en la dificultad de establecer un criterio que permita, por ejemplo, distribuir adecuadamente los recursos entre la investigación del cáncer y la oceanografía. El grupo que defiende esta opinión acepta la posibilidad de planificar la red institucional mediante la cual se va a realizar la actividad científica, así como la de crear un clima propicio para esta actividad; en cambio, niega toda posibilidad de planificar los fines mismos de la actividad científica y las orientaciones que ella debe tener para conducir a esos fines. Afirma, pues, que es factible planificar *para* la ciencia, pero que no es factible la planificación *de* la actividad científica; esto último significaría precisamente intervenir tanto en los medios utilizados como en los fines perseguidos.

La otra posición considera posible realizar una planificación *de* la actividad científica en la cual se enuncien explícitamente los objetivos de dicha actividad, se establezcan los medios a través de los cuales pueden ser perseguidos esos fines y, de acuerdo con su prioridad, se asignen los recursos a los distintos tipos de actividades y se organice la red institucional en forma tal que permita cumplir eficientemente con ellos.

En la práctica, la polémica ha tendido a diluirse. En los países más adelantados se advierte una mezcla de ambas posiciones, pero con una clara tendencia hacia el predominio progresivo de la posición que postula la posibilidad y la necesidad de realizar una planificación de la actividad científica. La magnitud alcanzada por estas actividades y su importancia en relación con los grandes objetivos de estos países obligan a definir y aplicar criterios definidos acerca de la forma de orientarlas. La propia magnitud de estas actividades les permite con frecuencia progresar por impulso propio, pues los próximos pasos se van derivando orgánicamente de los ya dados.

En los países en desarrollo, en cambio, donde la magnitud de lo logrado es mucho menor, la polémica es más viva. El esfuerzo de diseñar y poner en marcha el aparato científico está en gran medida por hacer y, aparte de que es más difícil concebirlo y realizarlo, es muy importante definir los objetivos claros y concretos de una política científico-tecnológica.

En los Estados Unidos, por ejemplo, el presupuesto funciona como un poderoso mecanismo para orientar y planificar la actividad científica. De los gastos de investigación realizados por el gobierno norteamericano en 1967, el Departamento de Defensa efectuó el 43 por ciento, las agencias espaciales como NASA el 32 por ciento y la Comisión de Energía Atómica el 9 por ciento; el Departamento de Salud, Educación y Bienestar absorbe el 7 por ciento y la Fundación Científica Nacional (NSF) sólo el 1.5 por ciento. Esta última institución es precisamente la encargada de fomentar la investigación básica. A ella acuden los investigadores en demanda de fondos para proyectos exploratorios o de investigación fundamental. Fue ideada, con gran expectativa, para contrarrestar el gran peso de los gastos de orientación bélica. En un tiempo sus recursos crecieron con rapidez, pero últimamente han tendido claramente a estancarse. A la vez que se reducía en términos absolutos el monto dedicado por el gobierno norteamericano a toda la actividad científica, también resultaron afectados los fondos de la NSF. Entre los proyectos que se resintieron de ello se encuentra el mayor acelerador de partículas de ese país y ya antes había sido abandonado el proyecto Mohole de estudiar la corteza terrestre en profundidad. Estos datos muestran claramente que las actividades científicas no dirigidas a propósitos definidamente orientados, como es el caso de la NSF, absorben una proporción sumamente reducida del total. La gran mayoría de los gastos corresponden a las actividades orientadas a los otros fines mencionados.

La polémica pierde así la significación efectiva. El problema se traduce en decidir el monto de recursos que se destina a investigación de tipo básico, y dentro de ésta a la

exploratoria por una parte y a la orientada por la otra. En los Estados Unidos la investigación básica representa sólo 0.45 por ciento del producto, y la parte no orientada es probable que no llegue ni a la décima parte de esa proporción. En otros países desarrollados ocurre un fenómeno similar, aunque con modalidades variables.

Uno de los primeros países que definieron una política científica con orientaciones claras fue la Unión Soviética.¹ Allí, ya durante los años 20 se atribuyó a estas actividades una gran importancia y se le asignaron recursos elevados, aunque todavía no se habían desarrollado ideas claras acerca de cómo planificarlas. En 1931, en una conferencia sobre la planificación del trabajo científico, se logró concretar mejor los aspectos de la ciencia susceptibles de planificación. Fueron los siguientes:

1. Determinación de la proporción del trabajo y de los recursos presupuestarios que se dedicarían a la ciencia. Se intentó dar a las actividades científicas la máxima importancia, aun por encima de la industria pesada.
2. Definición del apoyo logístico que debía darse a las instituciones de investigación científica.
3. Señalamiento de la distribución geográfica de las instituciones de investigación.
4. Organización de la preparación de investigadores científicos.
5. Definición de los objetivos de las investigaciones. En la conferencia aludida se reconoció la dificultad de determinar estos objetivos en forma clara y precisa, por lo que se llegó a la conclusión de que correspondía más bien fijar en este sentido algunas categorías fundamentales.

La experiencia de la Unión Soviética, en uno de los primeros intentos de planificación de la ciencia, sirvió de alimento a la polémica. En los países de economía de mercado, los intentos de realizar algún tipo de planificación tomaron impulso sobre todo a partir de la segunda guerra

¹ L. Graham, "Science Policy and Planning in the URSS", *Journal of Soviet and East European Studies* (Londres, julio de 1967).

mundial, acontecimiento que constituyó un motivo apremiante —como lo es toda guerra— para orientar las actividades científicas hacia fines precisos. Algo parecido ha sucedido, por ejemplo, en ocasión de pestes y epidemias, que asimismo fueron motivos importantes para presionar a los científicos y técnicos a que buscasen soluciones en el campo médico. Así, durante la segunda guerra mundial se alcanzaron algunos resultados espectaculares y se adquirió plena conciencia de la necesidad de sistematizar las actividades científicas y técnicas en su búsqueda de resultados concretos.

Los esfuerzos por definir y planificar una política científica se orientaron en muchos casos hacia el establecimiento de listas de temas prioritarios que se trataban de promover por mecanismos diversos, usualmente creados en función del problema específico de que se trataba. Todavía hoy la política científica y técnica suele traducirse en los países desarrollados en listas de prioridades, aunque tan sistematizadas y racionalizadas que ya no constituyen meras relaciones de temas aislados, y de acuerdo con su interdependencia se diseñan mecanismos y programas orgánicos, en los que las actividades científicas se agrupan y orientan en función de los resultados finales perseguidos.

A pesar de todo, subsiste cierta tendencia a responder a situaciones imprevistas, que en países desarrollados da lugar a discusiones y a intentos para introducir una racionalidad aun mayor en la organización de estas actividades. El monto de los recursos necesarios para lograr adelantos significativos en algunas de esas actividades es tan alto que se hace indispensable concentrar esfuerzos, evitar duplicaciones y definir perfectamente los objetivos perseguidos para acomodar a ellos la acción. Por otra parte, la propia tradición de las sociedades industriales avanzadas ha ido evolucionando en los últimos siglos desde los descubrimientos relativamente ocasionales y aislados hacia la búsqueda sistemática y organizada de resultados específicos ligados al esfuerzo industrial y de desarrollo. A ello responde la creación de instituciones y programas de acción diseñados especialmente en función de los objetivos que se trata de alcanzar.

Una vez reconocida la necesidad de definir y planificar una política en materia de ciencia y tecnología, surge el problema de definir en qué puede consistir tal planificación, o al menos de establecer cuáles son algunos de los grandes temas que debe comprender esa definición. En las páginas siguientes se abordan esos aspectos.

1. Vinculación del sistema científico y tecnológico con las metas socioeconómicas

El esfuerzo científico y tecnológico ha logrado en muchos casos transformar las posibilidades de desarrollo de algunos países, unas veces superando problemas fundamentales y otras hasta mejorando las condiciones de competitividad internacional y cambiando radicalmente la posición relativa del país en el marco mundial. Varias grandes potencias que participaron en la segunda guerra mundial adquirieron su preponderancia mediante esfuerzos en los cuales los aspectos científicos y técnicos desempeñaron un papel activo sumamente importante. En ocasiones, la ciencia podía alterar los fines sociales a que debía ir “uncida” y alterar los medios para alcanzarlos. Aumentaron el grado y la calidad de la integración de las políticas científicas y tecnológicas con los grandes objetivos que se proponían los países; paralelamente crecieron a partir de la guerra, tanto en términos absolutos como relativos, los recursos dedicados a investigaciones y se crearon instituciones y mecanismos para hacer más eficiente la concentración del esfuerzo alrededor de los fines propuestos.

No se trata, pues, de crear solamente conocimientos. El ciclo de la creación científica y técnica incluye también los esfuerzos necesarios para transformar esos conocimientos en prácticas productivas ligadas al desarrollo industrial y agropecuario. Este paso del conocimiento teórico a la práctica desempeña un papel tan decisivo que una parte muy considerable de los recursos totales se dedican precisamente a estas tareas, y en las propias actividades teóricas se percibe la fuerte influencia de los resultados prácticos que se persiguen.

En cuanto a los países que se encuentran en las etapas iniciales de su proceso de desarrollo e industrialización, cabe preguntarse si el desarrollo científico y técnico ligado al proceso productivo se efectuará en forma más o menos espontánea a medida que avance el nivel general de desarrollo o si, por el contrario, se requiere un esfuerzo deliberado para acelerar y orientar el adelanto científico a fin de que se convierta en uno de los elementos autónomos fundamentales del progreso en la industrialización. De acuerdo con el análisis anterior, la respuesta correcta es sin duda la segunda. Las actividades de investigación deben ser programadas en forma tal que la política científica y técnica resultante constituya una especie de imagen correspondiente a los objetivos generales del desarrollo económico y social perseguidos por cada país.

El problema radica en seleccionar las posibles líneas de desarrollo tecnológico, teniendo a la vista las cuestiones principales por resolver, la exigencia ineludible de ir creando simultáneamente la respectiva práctica industrial y la plena conciencia de la exigüidad de los recursos de que se dispone. No basta que la magnitud del esfuerzo de investigación aumente; es indispensable, además, que esté organizado en instituciones de tipo *mission oriented* de acuerdo con los objetivos trazados.

En lo que respecta a América Latina, la industrialización se basó en gran medida en la sustitución de importaciones apoyada en una política proteccionista, lo cual exigió una labor tecnológica relativamente pequeña. Tanto el monto de los recursos dedicados a investigación científica y técnica como los esfuerzos destinados a definir claramente una política en esta materia, eran relativamente reducidos. Se fue configurando así una situación de dependencia tecnológica de los países de la región con respecto al exterior, tanto más intensa cuanto menor fue el esfuerzo de adaptación creadora. La tecnología se incorpora básicamente mediante la importación de bienes de capital y a través de inversiones extranjeras. La actividad tecnológica interna representa relativamente poco en el conjunto.

Muchos autores reconocieron la subordinación tecnológica resultante y llamaron la atención sobre lo que ella puede significar para el futuro desarrollo latinoamericano. Aun así, todavía no se han tomado medidas pertinentes y a una escala suficiente para resolver estos problemas. El interés creciente que se percibe y que se traduce en algunos esfuerzos dignos de tener en cuenta guarda relación con el hecho de que el proceso de sustitución de importaciones tiende a agotarse. Por ello se está revisando la política proteccionista y tratando de hacer a la industria latinoamericana más competitiva frente al exterior, tanto en los mercados internos como en el internacional a través de la exportación de manufacturas. Además se reconoce que si bien el proceso de industrialización sustitutiva ha permitido realizar avances importantes, también ha dejado numerosos problemas vitales sin resolver.

El monto de los recursos destinados a ciencia y tecnología y la orientación de las investigaciones dependen todavía en alto grado de las características del desarrollo seguido por América Latina hasta el presente. Las listas de prioridades que resultan configuran una imagen que corresponde a una orientación de desarrollo caracterizada por la exportación de bienes primarios y, de modo más tenue, por la industrialización sustitutiva en ramas tradicionales. De continuar la tendencia a realizar un esfuerzo exiguo y a orientarlo inadecuadamente, el progreso deseado por los países del continente estará muy por encima de lo que en efecto pueden alcanzar. No se podrá crear una industria competitiva, disminuir la fuerte dependencia tecnológica del exterior ni resolver algunos de los problemas básicos del desarrollo. Para ello se requiere un cambio radical no sólo en la intensidad del esfuerzo, sino también en la definición de sus características de acuerdo con la actividad industrial y el comercio exterior.

Hasta ahora, las investigaciones se centran en las industrias tradicionales de elaboración de productos alimenticios y en el aprovechamiento industrial de recursos naturales o cultivos y de subproductos de las industrias paraquímicas. En las industrias más dinámicas se han hecho escasas investigaciones de importancia. Destaca entre ellas el

caso de la siderurgia, donde los esfuerzos se concentraron en la coquificación de carbones y, por lo que hace a la siderurgia misma, en el aprovechamiento de minerales de hierro o manganeso. No se orientaron esas investigaciones al diseño de instalaciones siderúrgicas o al fomento de la construcción de equipos en gran escala. Todo esto indica que tanto en las listas actuales de prioridades en la investigación tecnológica como en las frecuentes propuestas, están implícitas algunas de las concepciones limitadas del problema científico y tecnológico, tal como se expusieron en la primera parte de este trabajo. En efecto, según una de esas concepciones, los recursos naturales propios tienen peculiaridades no analizadas en los países desarrollados, por lo que deberían hacerse investigaciones en las tecnologías correspondientes. Nótese que el problema no está en el hecho de no investigar esos aspectos, sino en que implícitamente se tiende con ello a descuidar las investigaciones vinculadas con industrias mecánicas y otras industrias modernas. En una política científica y tecnológica que constituyera un complemento adecuado al esfuerzo de desarrollo, las investigaciones vinculadas con las industrias modernas deberían tener un papel principal, sin que por ello se dejaran de lado las relaciones con actividades más tradicionales. Después de todo, para el aprovechamiento efectivo de los recursos naturales es necesario disponer de maquinarias adecuadas cuyo diseño requiere una investigación apropiada.

Parece innecesario demostrar que la definición de una política científica no puede desentenderse de los fines más amplios del desarrollo cultural y social, que en buena medida determinan su diseño y organización.

2. Orientaciones de la política científica

Al programar la ciencia y la tecnología, uno de los problemas principales es definir las prioridades entre los distintos campos y temas en que pueden ser empleados los recursos disponibles, y distinguir el enfoque más apropiado con que deben abordarse las investigaciones en cada campo. Ya señalamos en páginas anteriores que la polémica en torno al

grado de intensidad en la definición de las orientaciones ha ido perdiendo razón de ser en la práctica, ya que los países más avanzados se inclinan por la definición de políticas claras en esta materia. Veamos ahora algunos aspectos de los criterios con que pueden definirse los temas y los enfoques.

La primera cuestión que se plantea a este respecto es si se trata fundamentalmente de coordinar las actividades ya existentes, o debe irse mucho más lejos, ampliando esas actividades y creando otras nuevas. En los países desarrollados, las políticas científicas se centran en gran medida en coordinar las actividades existentes y orientarlas hacia nuevas y más importantes finalidades. No se olvide que en estos países existe ya intensa actividad en esta materia. En los países en desarrollo, en cambio, y en particular en los de América Latina, el volumen de las actividades es sumamente reducido. En estos países no se trata solamente de coordinar esas actividades, sino de crearlas; no basta con racionalizar los esfuerzos actuales, sino que deben ser ampliados para abarcar nuevos campos, a la vez que reorientar las actividades de acuerdo con finalidades más claras. El déficit mayor de estos países se advierte precisamente en la investigación vinculada con el desarrollo industrial. En ellos algunas de las actividades actuales del sistema científico se realizan en el campo académico, como reflejo impreciso de una parte poco representativa de la actividad científica correspondiente a países más desarrollados. Ya vimos anteriormente que en los países desarrollados los medios universitarios cumplen una parte específica de la función de investigación ligada a la ciencia pura y absorben una proporción muy pequeña de los recursos, mientras que el principal esfuerzo se dedica a desarrollar estas ideas en la industria y en instituciones especializadas fuera de los medios universitarios. En los países en desarrollo, en cambio, los medios universitarios frecuentemente desempeñan funciones de formación de personal y de investigación en temas claramente ligados con la realidad de cada país, mientras que faltan aquellas actividades, vinculadas con la aplicación y el diseño de procesos productivos, que absorben la mayor parte de los recursos en los países industrializados. De ahí que la tarea fundamental de América

Latina sea nada menos que crear el sistema científico-tecnológico integrado, que no existe o sólo existe en forma parcial y deficiente.

Otra cuestión importante es la de definir dónde se debe concentrar el esfuerzo. Una posibilidad consistiría en ponerse a la par de los países desarrollados, penetrando en los sectores de punta que presentan una evolución tecnológica más rápida y en los cuales los países desarrollados están concentrando sus esfuerzos de avance científico y tecnológico. Otra posibilidad sería descubrir campos en los que el adelanto tecnológico no es tan marcado y que no han merecido la atención preferente de los países desarrollados.

El primer camino requiere disponer de recursos mucho mayores y superar dificultades de una envergadura tal que, salvo excepciones, no pueden afrontarlas los países en desarrollo. Se trata de los sectores de investigación que implican el gasto mayor y en los que se centra la inversión de los países industrializados. Estos, por otra parte, controlan también los mecanismos de distribución y de servicio técnico, y pueden imponer políticas de precios que dificulten el acceso de nuevos competidores al mercado.

Quizá haya sido éste el motivo que llevó a los países recientemente avanzados a iniciar la carrera tecnológica sin crear un conocimiento nuevo y propio mejor adaptado a sus condiciones, ni competir durante las primeras etapas en la creación de tecnologías de punta. Prefirieron esos países asimilar primero el conocimiento disponible y concentrar sus esfuerzos en utilizarlo lo más completamente posible. No se limitaron a comprar equipos y a conocer el manejo de los mismos, sino que intentaron ir dominando los detalles de su diseño, copiándolo primero, aprendiendo de los errores y, si era posible, superándolo después. En todo caso, la política que elaboraron expresaba el interés oficial en alcanzar una asimilación creadora y una dominación efectiva del conocimiento disponible a través de los mecanismos apropiados para este propósito. En todo proceso de asimilación de esta naturaleza hay un elemento importante de creación, que permite penetrar paulatinamente en etapas más avanzadas y ambiciosas.

El segundo camino puede ser al principio más realista y adecuado para los países latinoamericanos. No se trata solamente de encarar sectores con muy pocas perspectivas. La fabricación japonesa de barcos de gran tonelaje puede servir como ejemplo de un sector relativamente descuidado por los países más avanzados que permitía obtener economías de escala y que tenía excelentes perspectivas, como lo demostró la evolución posterior de esta actividad. En algunos casos también se puede entender esta vía como utilización plena de descubrimientos recientes realizados en países desarrollados. El caso de la industria electrónica del Japón es ilustrativo. Aunque hizo aportes, este país no realizó el gasto fundamental para desarrollar los semiconductores; sin embargo, una vez que éstos estuvieron en condiciones de ser aplicados industrialmente, los japoneses centraron sus esfuerzos en la investigación de su aprovechamiento industrial, y a base de ella desarrollaron una industria de gran envergadura, dinamismo y alcance, que paulatinamente les permitió participar en la creación tecnológica más avanzada en dicho sector.

Tampoco se trata de mantener el conocimiento tecnológico en el estado en que se lo recoge, sino de movilizar los recursos necesarios para lograr adelantos que coloquen a los países de América Latina en la avanzada de la creación en determinados sectores. Ello implica, por supuesto, encarar los problemas de creación de los equipos necesarios para estas producciones, pues en última instancia en ellos se traduce el avance tecnológico.

Una política de esta índole requiere esfuerzos y recursos mucho mayores de los que actualmente se dedican a la investigación científica y tecnológica. Sin embargo, lo dicho en la primera parte de este trabajo con respecto a los resultados obtenidos de estas investigaciones por los Estados Unidos y otros países muestra que el rendimiento de los recursos dedicados a estas actividades puede ser importante no sólo para el desarrollo de ciertos sectores de la economía, sino también para lograr cambios fundamentales en el patrón de desarrollo seguido hasta el presente.

Esta concentración selectiva del esfuerzo permitiría que en otros sectores, en cuya tecnología por el momento no se intentara invertir recursos considerables, se continuase trayendo tecnología desde el exterior, tanto adquiriendo patentes como comprando equipos o proyectos que ya incorporan la nueva tecnología. En todo caso conviene examinar las modalidades cómo se realiza esa adquisición para asegurarse de que son adecuadas a los intereses de los países, y asimismo mantener abiertos los canales de examen de la evolución tecnológica de estos sectores, para que en el momento oportuno puedan recibir atención preferente.

Otro aspecto digno de atención en cuanto a la planificación tecnológica es el de su adecuación a los planes y estrategias del desarrollo económico. Ya se advirtió que las exigencias de carácter industrial, las metas en la exportación de manufacturas y en general el sustento de un mayor grado de autonomía, o siquiera de una menor vulnerabilidad, en las estrategias de desarrollo latinoamericano, contrastan con los esfuerzos y los planes esbozados para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Parece razonable exigir, por consiguiente, que los planes tecnológicos, los temas de investigación, la atención prioritaria se dirijan al área industrial y en especial a aquellos ramos industriales que puedan ofrecer un apoyo más sólido a las estrategias de desarrollo. En este caso se encuentran las industrias mecánicas, el diseño de equipos y, en general, las industrias que podrían llamarse de punta, aunque con la limitación —ya indicada anteriormente— de que será preciso buscar algunas áreas de especialización.

Además de reforzar el estudio de estos temas y de imprimir un cambio significativo a las políticas tecnológicas, habrá que consolidar o crear una serie de mecanismos que enlacen las instituciones de investigación con la ejecución de los diversos proyectos en que se objetiva el contenido tecnológico. Esto se refiere en particular a los grupos consultores y contratistas de proyectos que actúan como un mecanismo de transmisión en doble sentido: desde los centros tecnológicos hacia los proyectos e, inversamente, recogiendo la experiencia de los proyectos para trasmitirla a

los centros tecnológicos. Estos mecanismos no abundan en América Latina. La limitada capacidad de emprender proyectos, especialmente proyectos ambiciosos con equipos de ingeniería locales, no sólo se traduce en mayores costos de divisas cuando no se dispone de esa capacidad, sino que limita la posibilidad de ir creando una experiencia propia al intentar resolver los problemas técnicos.

La preferencia que se atribuye a las industrias mecánicas no se debe tan sólo a consideraciones de carácter comparativo, ya que esas industrias reciben atención prioritaria en las naciones desarrolladas. Otro argumento válido para entender su importancia es que con respecto a las manufacturas en general son lo que la arquitectura a la construcción. En otras palabras, todo tipo de tecnología industrial requiere en algún momento algún equipo en el cual intervienen conjuntamente el diseño mecánico y el de la propia especialidad en cuestión. Más aún, como ya se indicó, estas industrias están muy ligadas a los problemas que supone la vulnerabilidad de la inversión en América Latina.

Hasta aquí se han expuesto algunas orientaciones y criterios básicos necesarios para definir una política científica y tecnológica. La aplicación de estos criterios requiere procedimientos, metodologías y un aparato institucional apropiados para llevar a cabo los proyectos más variados, para tomar decisiones acerca de situaciones concretas en las que debe optarse, por ejemplo, entre asignar los recursos a la investigación en los mencionados sectores industriales o a la de determinados recursos naturales que tampoco deben ser descuidados, como ocurre con la agricultura tropical. Algunos sectores no se podrán atender de inmediato de acuerdo con su importancia, aunque más adelante se les preste la atención debida y se les asignen los recursos necesarios, hasta el punto de convertirse algún día en sectores preferentes. También es necesario tener suficiente información y capacidad de decisión para adquirir tecnología en el exterior. Así, en algunos casos, la adquisición de una planta completa se puede realizar por partes, comparando las alternativas

disponibles en el mundo y eligiendo las mejores ofertas desde los puntos de vista tecnológico y económico. A su vez, la capacidad de hacer una elección de este tipo y de combinar los diferentes componentes de acuerdo con las necesidades concretas a que debe responderse, exige un conocimiento muy detallado, preciso y actualizado de las alternativas disponibles. En suma, es indispensable disponer de un mecanismo de análisis y decisión que responda tanto a las necesidades de calificación como al gran número de casos que deben ser atendidos normalmente para lograr el buen funcionamiento de la política de desarrollo.

3. Organización institucional. Papel de los sectores público y privado

Cuando en un país se realizan esfuerzos sistemáticos y de cierta importancia para crear una política científica, en general el gobierno participa en mayor grado en su financiamiento y ejecución. A los primeros países que diseñaron su política científica y crearon el mecanismo institucional correspondiente los siguieron prontamente otros que no deseaban quedarse a la zaga. Así se observó sobre todo en algunos países europeos que al reconocer su retraso se sintieron impulsados a organizarse; Gran Bretaña, por ejemplo, había perdido una sexta parte de sus científicos.

Uno de los primeros países que emprendió una organización sistemática de sus actividades científicas y tecnológicas fue la Unión Soviética. El esquema de organización y el funcionamiento del sistema científico en este país sufrieron grandes transformaciones, una de cuyas manifestaciones fueron los planes para introducir la tecnología en la industria y definir las llamadas normas progresivas por las que las industrias de una rama determinada debían ir elevando sus índices de productividad. Se pretendía de esta manera, entre otras cosas, mejorar las técnicas utilizadas por las unidades productivas más rezagadas y acercarlas a la tecnología y a la eficiencia de las plantas más adelantadas de cada rama.

El esfuerzo por incorporar tecnología a la industria tuvo por efecto un cambio en la distribución de la actividad científica entre la básica, la aplicada y la de procesamiento; en la actualidad, los coeficientes de recursos dedicados a cada área en la Unión Soviética se aproximan a los Estados Unidos. Otro aspecto similar en ambos países es la creación de instituciones destinadas a cumplir una finalidad específica (*mission oriented*) y en las que se combinan la investigación básica, la aplicada y la de procesamiento. Con todo, conviene señalar algunas diferencias entre ambos países. En primer lugar, es obvio que en los Estados Unidos muchas de estas instituciones orientadas hacia propósitos específicos las organizan las empresas privadas de que forman parte, mientras que en la Unión Soviética se trata siempre de instituciones organizadas directamente por el Estado. Además, en la Unión Soviética las academias científicas desempeñan un papel sumamente importante en la investigación básica, mientras que en los Estados Unidos el papel correspondiente lo asumen generalmente las universidades.

En la Unión Soviética, el sistema de la investigación industrial, sobre todo la de procesamiento, estaba ligado a los ministerios y a las unidades productivas correspondientes, con lo que a la centralización se agregaba una escasa coordinación. Esta situación y la poco clara división de responsabilidades entre las academias y las industrias, llevó durante la segunda guerra mundial a una nueva experiencia: la creación de grandes agencias con propósitos específicos de investigación y desarrollo tecnológico, entre ellos el de la energía nuclear.

Después de la guerra se realizaron varios intentos para crear una agencia coordinadora de las actividades científicas y tecnológicas, que en 1961 culminaron en el ahora denominado Comité Estatal para la Ciencia y la Tecnología, que se ocupa de la investigación aplicada y la de desarrollo. Tanto este comité como las academias, centradas de preferencia en la investigación básica, dependen directamente del Consejo de Ministros. Sería demasiado vago decir que el Comité se ocupa de la investigación aplicada y de

procesamiento, pues ha organizado numerosas instituciones del tipo *mission oriented* en las cuales se combina la investigación básica con la aplicada y la de procesamiento. Sus metas se definen en una lista de 250 problemas de gran importancia económica considerados como fundamentales, entre los que se encuentran, por ejemplo, el de construir una línea de transmisión de energía eléctrica para millón y medio de voltios. Además de definir y administrar el esfuerzo relativo a esta lista, el Comité asesora al Gobierno en asuntos de planificación científica y tecnológica a largo plazo.

Este proceso de reorganización revela el deseo de aprovechar mejor los resultados del esfuerzo científico, incrementando para ello la investigación aplicada y de desarrollo. Entre las formas institucionales a que se ha llegado predominan las que tienen una finalidad específica (*mission oriented*). Puede agrupárselas en los siguientes tipos:²

a) Centros de investigación fabril, en cada uno de los cuales se agrupan, dentro de una sola unidad administrativa, el centro de diseño, el instituto de investigación y la fabricación misma de los productos. Este tipo de institución tiene importancia sobre todo en las industrias mecánicas, al aprovechar las economías de escala y la experiencia práctica. Esta organización equivale a la estructura de investigación adoptada por algunas grandes empresas estadounidenses.

b) Complejos de investigación y enseñanza, íntimamente vinculados a las industrias de una zona geográfica determinada. El instituto Politécnico de Leningrado, de larga tradición, constituye un ejemplo de este tipo.

c) Corporaciones de investigación, que prestan servicios de investigación mediante estipendio. También en este caso se puede establecer un paralelo con instituciones similares estadounidenses.

² R.W. Davies y R. Amann, "Science Policy in the URSS", *Scientific American*, junio de 1969.

En los países desarrollados del mundo occidental, el esquema organizativo se distingue del de la Unión Soviética sobre todo en los aspectos relacionados con su diferente organización política, social y económica fundamental. Aun así, hay similitudes muy notables entre ellos.

En los países occidentales existen generalmente dos comités de alto nivel político, ambos interministeriales. Uno de ellos se ocupa de las investigaciones que realiza el propio gobierno. Del segundo, que se ocupa de la investigación realizada fuera del ámbito gubernamental, forman parte también representantes de la comunidad científica y empresarios. Junto a esos comités actúa un cuerpo asesor formado por destacadas personalidades del mundo científico y técnico.

En los Estados Unidos, por citar un caso, esta organización se concreta en la siguiente forma. El asesor científico del Presidente desempeña un papel destacado en la coordinación de entidades de orientación y discusión de la actividad científica. Existe también un Consejo Federal para la Ciencia y la Tecnología que se ocupa fundamentalmente en la coordinación intergubernamental del esfuerzo científico. El asesor del Presidente dirige este Consejo y preside además la Oficina Presidencial de Ciencia y Tecnología, donde se fija la política científica y desde donde se influye en la fijación del presupuesto. Funcionan además un comité asesor y una serie de mecanismos de consulta y de coordinación con diversas agencias gubernamentales especializadas que conducen investigaciones de importancia.

Muchas de las entidades norteamericanas que guían la política científica son posteriores a 1957, cuando el impacto del "Sputnik" soviético sacudió la estructura de la política científica norteamericana. En algunas de las grandes orientaciones impresas en la política científica en los últimos años, tales como las actividades espaciales, tuvo un papel decisivo el Comité Asesor de la Presidencia, formado en parte por especialistas extragubernamentales.

Si bien no existe en los Estados Unidos un presupuesto único para la ciencia y la tecnología, todos los proyectos

importantes están minuciosamente registrados en un sistema de computación en la Oficina de Ciencia y Tecnología. Los datos de este sistema sirven de base cuando se discuten nuevos proyectos.

Llama la atención el paralelismo que existe en este campo entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. Los proyectos que expresan la definición de prioridades en los Estados Unidos se asemejan a la lista de problemas tecnológicos y científicos que se propone resolver el Comité Estatal para Ciencia y Tecnología de la Unión Soviética. En ambos casos, los criterios y la discusión general de las orientaciones de la política científica y tecnológica se plasman en una serie de asuntos, problemas u objetivos concretos y específicos, y en ellos se centran los esfuerzos. En ningún país de América Latina existe un equivalente definido y administrado en forma tan concreta, ni que movilice la mayor parte de los recursos dedicados a la ciencia y la tecnología.

La participación del gobierno en la investigación científica y tecnológica varía en su monto y en sus características de un país a otro, como varían también los diferentes aspectos de la definición y aplicación de la política. En todos los países, tanto en los socialistas como en los capitalistas, el gobierno tiene un papel decisivo en el financiamiento de la investigación. En cambio varía la importancia del papel que el gobierno tiene en la ejecución de las investigaciones. En algunos países económicamente adelantados del Occidente, el sector privado desempeña una función importante en la ejecución de investigaciones con frecuencia financiadas por el gobierno. En los Estados Unidos, el gobierno financia (hacia 1963-64) el 67 por ciento de la actividad científica, pero realiza sólo el 19 por ciento. Las proporciones correspondientes son en el Reino Unido 53 y 26 por ciento y en Francia 62 y 36 por ciento, en períodos similares. En Italia, el gobierno financia un tercio y realiza el 23 por ciento. En España y Grecia, el Estado financia cerca del 80 por ciento de las investigaciones y realiza alrededor del 70 por ciento.

También hay información acerca de algunos países latinoamericanos. Se sabe que en México el gobierno financia el 63 por ciento de las investigaciones y en Venezuela el 80 por ciento; en Chile puede estimarse que el gobierno aporta seguramente no menos de un 85 por ciento de los recursos. Los datos de estos países son representativos de lo que ocurre en los demás de la región, ya que las estructuras institucionales y las modalidades de financiamiento tienen bastante parecido. La ejecución de las investigaciones por parte del gobierno (incluyendo las universidades) guardan también proporciones similares.

El diseño y la ejecución de una política científica llevan a considerar el papel del Estado en relación con los empresarios privados nacionales y extranjeros. Ante la debilidad tecnológica de las empresas y su carácter de vehículos de tecnología importada, el Estado adquiere una enorme importancia directa e indirecta-directa por su participación en las inversiones y, por lo tanto, como demandante de maquinaria y equipo, así como de la tecnología incorporada a ellos; directa e indirecta por su papel en el diseño y regulación de las diversas políticas que permiten el empleo de la tecnología y por su papel financiero. Claramente se percibe así que la función del Estado, como ocurre en los países desarrollados, debe ser decisiva en aquellos sectores en que se aspire a la creación tecnológica.

En los países de América Latina, el sector privado, aparte su participación visible e importante en investigaciones agropecuarias, sólo en casos aislados realiza actividades de investigación y desarrollo con fines industriales. No parece necesario insistir en el hecho de que las modalidades de industrialización adoptadas permiten comprender esta situación.

El financiamiento de la investigación científica y tecnológica por parte del gobierno suele diferir en los distintos campos. En los Estados Unidos es decisivo el financiamiento oficial de investigaciones en ramos a los que se asigna una prioridad muy alta. Así, el gobierno financia el 90 por ciento de las investigaciones en aeronáutica y balística, y el 66 por ciento en electrónica. Estas

proporciones son mucho menores en los ramos que no tienen tan alta prioridad. Sin embargo, la participación gubernamental tiene un peso significativo aun en casos como el de la industria automotriz, el de la extracción y refinación de petróleo, y el de las máquinas-herramientas, en el financiamiento de los cuales el gobierno se hace cargo del 26, el 16 y el 23 por ciento, respectivamente, de las investigaciones que se realizan. Es notable el caso de la industria de extracción y refinación de petróleo dada la notoria capacidad financiera y científica de las empresas privadas.

Cuadro 6

**AMERICA LATINA: REGALIAS Y LICENCIAS
DE INVERSIONES DIRECTAS PAGADAS A
LOS ESTADOS UNIDOS, 1964-1965**

(Millones de dólares)

<i>Sectores</i>	<i>1964</i>	<i>1965</i>		
		<i>Total</i>	<i>Regalías licencias y similares</i>	<i>Cargos por tareas de organización y administración y por servicios</i>
Total	148	171	44	126
Petróleo	33	28	a	28
Manufactura	64	79	30	49
Comercio	17	23	9	14
Otros	34	40	5	35

Fuente: U.S. Dept. of Commerce, *Survey of Current Business*, Vol. 46, Nº 9 (Septiembre de 1966).

Nota: El monto obtenido de América Latina es similar al de Canadá o Europa. En estas áreas, sin embargo, la proporción que se origina en manufacturas es muy superior a la de América Latina.

^a Menos de medio millón de dólares.

También es importante referirse al papel que desempeñan las patentes y regalías en materia de tecnología.

En el cuadro 6 puede apreciarse que la magnitud de las erogaciones por derechos y licencias pagadas sólo a los Estados Unidos representa para América Latina una cifra que con seguridad supera el monto de los recursos totales que la región entera dedica a investigación científica y tecnológica. No es éste sino un aspecto del problema, ya que en muchos casos las regalías o derechos similares son sólo una forma más de captar los beneficios del predominio tecnológico. En efecto, los arreglos en precios y los pagos por *know-how* también implican grandes sumas, más difíciles de evaluar.

En toda inversión de importancia que se haga con consultores, proyectistas, contratistas o arreglos similares con empresas extranjeras, las sumas pagadas por *know-how* suelen exceder el 10 por ciento del monto de la inversión. Estos pagos en sí no son tan importantes como el hecho de que cada inversión representa una nueva experiencia valiosa que acumulan los grupos consultores y contratistas. Además, en la medida en que estos grupos no son de la región, se restringe o limita, consciente o inconscientemente, la propia capacidad creadora de ésta.

Es posible que se repita la situación europea —con mayor razón que en Europa debido al mayor desnivel tecnológico— en la que una reducida proporción de la inversión externa controla las industrias más dinámicas. Las ventas de subsidiarias industriales norteamericanas en América Latina, por ejemplo, son aún similares a las exportaciones que los mismos sectores realizan a la región, mientras que en Europa las subsidiarias venden varias veces más de lo que se importa desde el país de origen.

Para culminar el modelo de industrialización sustitutiva en los países de la región que más han avanzado por esta ruta, o para mejorar su funcionamiento, es preciso pasar a etapas en que los factores científico-tecnológicos adquieren mayor importancia. Estos elementos vienen de fuera y su incorporación puede adoptar formas cuyos intereses no siempre coincidan con los del desarrollo regional. Un caso bien conocido de ello es el problema de la exportación. Una

empresa que establece subsidiarias en la región difícilmente intentará competir en exportaciones con la matriz en países desarrollados y es poco probable que traslade la sede de sus investigaciones a países en desarrollo. Aunque se asigne a las subsidiarias el papel de exportar en algunos rubros en que el costo de la mano de obra tiene importancia o en los cuales la operación en países insuficientemente desarrollados puede significar ventajas de alguna otra naturaleza, es difícil aprovechar por esta sola vía todas las posibilidades de exportación con que podrían contar los países en desarrollo donde estas filiales están radicadas. Mientras sea factible y conveniente la incorporación tecnológica a través de la importación de equipos o mediante el pago de patentes de procesos o regalías similares, es difícil esperar que se estimule una etapa de asimilación tecnológica. En efecto, una verdadera asimilación exige un proceso de participación intensa que se acerca mucho a la creación propia y que en todo caso exige adaptarse a las circunstancias regionales. Esto significa que, sin dejar de utilizar en todo lo conveniente las licencias y patentes, éstas no pueden reemplazar el esfuerzo paralelo de investigación científica y tecnológica local.

La amplia difusión de inversiones extranjeras en los principales sectores industriales tampoco sustituye al esfuerzo propio de investigación. Teniendo en cuenta su ingreso, Canadá y Australia podrían aspirar a una mayor proporción de investigación y desarrollo respecto al producto que la que tienen efectivamente. Según un estudio publicado por la OCDE,³ esta situación se explica porque una parte muy considerable de la industria canadiense es de propiedad extranjera y la investigación de otros países se transmite a través de las empresas subsidiarias y no se realiza en Canadá.

Japón, cuyo adelanto tecnológico es una de las claves de su éxito económico, aporta una experiencia valiosa a los problemas del avance tecnológico en relación con la inversión extranjera. Como parte de una amplia política sobre la

³ C. Freeman y A. Young, *The Research and Development Effort in Western Europe, North America and the Soviet Union*, París, 1965.

importación de tecnología, en este país se limitan fuertemente tanto las inversiones extranjeras como la adquisición de empresas nacionales por extranjeros. Existen al respecto prohibiciones terminantes expresadas en listas detalladas. A pesar de que desde 1967 se han aflojado algo estos límites, sigue siendo necesario someterse a un mecanismo de aprobación a través de esferas políticas que hacen problemática la perspectiva. Se insiste además, en que la inversión no debe dirigirse a industrias ya establecidas.

También son interesantes los planteamientos que se hacen en Israel para todo nuevo proyecto que utilice inversión extranjera. Entre otros aspectos se examina si alguna empresa nacional está próxima a crear una tecnología equivalente, o si es posible que la técnica empleada quede anticuada en breve plazo. También se averigua si en relación con el proyecto se podrían obtener los servicios técnicos en el propio país, y si el tamaño medio de la empresa es favorable comparado con las que se establecen en el extranjero.

En relación con las universidades, en las que se realiza una parte fundamental de la actividad científica y tecnológica latinoamericana, debe aspirarse a que las motivaciones de esa actividad se vinculen más estrechamente a la propia realidad socioeconómica, a que se abandone su notorio aislamiento y se intente su mayor apertura hacia la industria nacional. Esto requerirá también sin duda un consciente impulso estatal. Por último, se advierte la importancia que tendría fomentar becas en el extranjero destinadas a adquirir experiencia en la práctica industrial o en la tecnología de procesamiento, a diferencia de las becas otorgadas para aumentar exclusivamente el conocimiento académico fundamental.

ESTOS CUADERNOS